

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
DE MINAS GERAIS – CAMPUS SANTA LUZIA  
BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

Poliana Evangelista Arcanjo

**REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE O USO DE RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO E  
DEMOLIÇÃO (RCD) COMO ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL EM EDIFICAÇÕES**

Santa Luzia

2025

POLIANA EVANGELISTA ARCANJO

**REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE O USO DE RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO E  
DEMOLIÇÃO (RCD) COMO ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL EM EDIFICAÇÕES**

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
ao Curso Bacharelado em Engenharia Civil  
do Instituto Federal de Minas Gerais –  
Campus Santa Luzia para obtenção do grau  
de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. MSc. Vítor Freitas Mendes

Santa Luzia

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

A668r Arcanjo, Poliana Evangelista.

Revisão bibliográfica sobre o uso de resíduo de construção e demolição (RCD) como alternativa sustentável em edificações/ Poliana Evangelista Arcanjo - 2025.

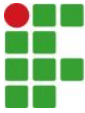
57f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - Campus Santa Luzia, 2025.

Orientador: Profª Vítor Freitas Mendes.

1. resíduos de construção. 2. sustentabilidade. 3. Construção sustentável. I. Mendes, Vitor Freitas. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Santa Luzia, MG. III. Título.

CDU: 628.4:69



## ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Na presente data realizou-se a sessão pública de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso intitulada **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE O USO DE RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD) COMO ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL EM EDIFICAÇÕES** apresentada pela aluna **Poliana Evangelista Arcanjo (0036947)** do Curso **Bacharelado em Engenharia Civil (Campus Santa Luzia)**. Os trabalhos foram iniciados às **18:00** do dia **29/01/2026** pelo Professor presidente da banca examinadora, constituída pelos seguintes membros:

- **Vitor Freitas Mendes** (Orientador)
- **Ricardo Augusto dos Santos Horta** (Examinador Interno)
- **Sâmara França** (Examinadora Externa)
- **Aldo Ribeiro de Carvalho** (Examinador Externo)

A banca examinadora, tendo terminado a apresentação do conteúdo do Trabalho de Conclusão de Curso, passou à argüição da candidata. Em seguida, os examinadores reuniram-se para avaliação e deram o parecer final sobre o trabalho apresentado pelo aluno, tendo sido atribuído o seguinte resultado:

Aprovado

Reprovado

Nota (quando exigido): 93,00

Proclamados os resultados pelo presidente da banca examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, eu **Vitor Freitas Mendes** lavrei a presente ata que assino juntamente com os demais membros da banca examinadora.

SANTA LUZIA / MG, 29/01/2026

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** VITOR FREITAS MENDES  
Data: 30/01/2026 17:06:03-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Vitor Freitas Mendes**

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** SAMARA FRANCA  
Data: 30/01/2026 17:21:45-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Sâmara França**

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** RICARDO AUGUSTO DOS SANTOS HORTA  
Data: 30/01/2026 18:28:40-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Ricardo Augusto dos Santos Horta**

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** ALDO RIBEIRO DE CARVALHO  
Data: 30/01/2026 21:38:40-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Aldo Ribeiro de Carvalho**

À minha Mãe, que me ensinou a contar nos dedos. Ao meu Pai que me ensinou a fazer contas de cabeça. Ao meu Avô que me ensinou a contar com Deus e, à minha família que são com quem eu conto, e que me ensinaram o significado de casa, antes da faculdade de engenharia civil.

## **AGRADECIMENTOS**

Chegar até aqui foi uma travessia feita de aprendizados, desafios, quedas e recomeços. Por isso, este trabalho não é fruto de um esforço individual, mas da soma de tantas mãos, vozes e corações que me acompanharam ao longo da caminhada.

Agradeço primeiramente a Deus, por me sustentar mesmo quando tudo parecia difícil demais.

Aos meus pais, educadores que me ensinaram com o exemplo o valor da dedicação, da ética e do saber. Obrigada por cada gesto de apoio, pelas noites em claro me esperando chegar da faculdade, por cada renúncia e por acreditarem em mim quando nem eu conseguia.

Ao meu marido, fruto de uma das decisões mais acertadas da minha vida, companheiro incansável, que me amparou nos dias mais duros e me lembrou, com amor e paciência, da inteligência e da força que há em mim.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Santa Luzia (IFMG), pela formação sólida que me proporcionou e pela oportunidade de participar de uma iniciação científica com bolsa, experiência que expandiu meus horizontes e aprofundou meu compromisso com a ciência, educação e a construção do conhecimento.

Aos professores e orientadores, que foram mais do que transmissores de saber: foram inspiração, apoio e guia. Sou grata a cada palavra de incentivo, cada orientação firme e cada partilha generosa.

Aos colegas e amigos que tornaram a jornada mais leve e cheia de sentido, meu carinho e gratidão por cada troca, cada risada e cada momento de parceria.

Por fim, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para que este trabalho se tornasse realidade: meu muito obrigada!

"A educação é a arma mais poderosa que  
você pode usar para mudar o mundo."

Nelson Mandela

## RESUMO

A construção civil é um dos setores que mais consomem recursos naturais e geram resíduos, com os Resíduos da Construção e Demolição (RCD's), representando uma parcela significativa desse impacto ambiental. Diante disso, este trabalho teve como objetivo realizar uma revisão bibliográfica de estudos brasileiros sobre o uso de RCD's como alternativa sustentável em edificações, identificando suas principais aplicações, benefícios e desafios, nos quesitos técnico, ambiental, econômico e social. Foi realizada uma revisão bibliográfica, abrangendo publicações dos últimos dez anos (2016-2025). Foram identificados 20 estudos focados primariamente na substituição de agregados convencionais por RCD's. A análise técnica dos estudos revela que o RCD demonstra viabilidade mecânica quando aplicado dentro de limites específicos de substituição. Em solos, pode elevar a resistência à compressão em mais de 69%, ainda que nem sempre atenda a limites normativos de expansão. Em concretos, substituições parciais (50%) podem atingir resistências de 28MPa, mas teores acima de 25-30% em argamassas frequentemente reduzem a resistência e aumentam a porosidade. Há ainda desafios associados à variabilidade do material, ao maior consumo de cimento e à falta de dados consolidados de durabilidade. A utilização de fibras ou cinzas pode melhorar pontualmente o desempenho, mas não resolve essas limitações. Do ponto de vista ambiental, os estudos destacam a redução de resíduos em aterros e da extração de recursos naturais. Embora o controle de qualidade exija investimento inicial elevado, há indicação de possível economia futura, ainda sem comprovação quantitativa. O aspecto social é pouco explorado e limitado à geração de empregos. Assim, permanece uma lacuna na integração de indicadores que avaliem conjuntamente os pilares ambiental, econômico e social. Conclui-se que o uso de RCD's é tecnicamente viável, mas permanece em pequena escala, necessitando de indicadores objetivos, incentivos fiscais e políticas públicas que fomentem a economia circular para alcançar um avanço significativo.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade. Materiais de construção. Entulho. Economia Circular. Construção sustentável.

## ABSTRACT

The construction sector is among the largest consumers of natural resources and generators of waste, with Construction and Demolition Waste (CDW) representing a significant portion of this environmental impact. In this context, the objective of this study was to conduct a systematic review of Brazilian research on the use of CDW as a sustainable alternative in buildings, identifying its main applications, benefits, and challenges from technical, environmental, economic, and social perspectives. A systematic review covering publications from the last ten years (2016–2025) was carried out, resulting in the identification of 20 studies primarily focused on replacing conventional aggregates with CDW. The technical analysis of the studies indicates that CDW demonstrates mechanical feasibility when applied within controlled substitution limits. In soils, it may increase compressive strength by more than 69%, although it does not always meet normative expansion limits. In concrete, partial substitutions (50%) may reach strengths of approximately 28 MPa, whereas higher replacement levels in mortars (above 25-30%) often reduce strength and increase porosity. Challenges remain regarding material variability, increased cement consumption, and the lack of consolidated durability data. The incorporation of fibers or ashes may improve performance locally but does not fully address these limitations. From an environmental perspective, studies highlight the reduction of waste sent to landfills and the decreased extraction of natural resources. Although quality control requires a higher initial investment, there is evidence suggesting potential future cost savings; however, no quantitative data confirm this benefit. The social dimension is minimally addressed and mainly associated with job creation. Therefore, a gap remains in the integration of indicators capable of jointly assessing the environmental, economic, and social pillars. In conclusion, the use of CDW is technically feasible but still limited in scale, requiring objective indicators, financial incentives, and public policies that support circular economy strategies to enable meaningful progress.

**Keywords:** Sustainability. Construction materials. Construction waste. Circular Economy. Sustainable construction.

## SUMÁRIO

1	Introdução.....	10
	1.1 Objetivos .....	12
	1.1.1 Objetivo Geral .....	12
	1.1.2 Objetivos Específicos .....	12
	1.2 Justificativa.....	12
2	Revisão Bibliográfica .....	14
	2.1 Construção civil sustentável.....	14
	2.2 Resíduo da Construção e Demolição (RCD).....	17
3	Metodologia .....	24
4	Resultados e Discussões .....	27
	4.1 Análise bibliométrica .....	27
	4.2 Análise técnica e sustentável .....	35
	4.2.1 Aspecto Técnico.....	41
	4.2.2 Aspecto Econômico, Social e Ambiental .....	44
5	Conclusão.....	47
6	Referências .....	50

## 1 INTRODUÇÃO

A construção civil é uma das atividades que mais consomem recursos naturais e energia em escala global, além de representar uma significativa fonte geradora de resíduos sólidos (Krausmann *et al.*, 2018). Segundo a Resolução nº 307/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2002), o Resíduo da Construção e Demolição (RCD), popularmente conhecido como entulho, compreende fragmentos ou restos de materiais como tijolos, concreto, argamassa, aço, madeira, entre outros, originados de atividades de construção, reforma e demolição de estruturas como edifícios, residências e obras de infraestrutura. De acordo com o Relatório Nacional de Gestão de Resíduos Sólidos (SINIR, 2019), aproximadamente 61% da massa total de resíduos da construção civil corresponde a materiais potencialmente reutilizáveis ou recicláveis, podendo ganhar uma nova destinação. No entanto, observa-se que apenas 10% de todo o material gerado é efetivamente destinado à reciclagem de sólidos (SINIR, 2019), evidenciando um baixo índice de reaproveitamento frente ao potencial existente.

Além disso, a gestão inadequada, bem como o descarte incorreto dos resíduos provenientes da construção civil, tem provocado, ao longo dos anos, impactos ambientais e sociais de grande relevância, refletindo os efeitos negativos de práticas insustentáveis no setor. Atualmente, observa-se com frequência a veiculação de notícias que denunciam a degradação ambiental ocasionada pelo acúmulo de entulho em locais impróprios (Torres, 2023), bem como a ocorrência de alagamentos e inundações decorrentes da obstrução de sistemas de drenagem urbana (Parreiras, 2024). Tais situações contribuem para o aumento dos riscos à saúde pública, em razão da proliferação de vetores de doenças, comprometem a segurança da população, favorecem a desvalorização imobiliária e dificultam o reaproveitamento de materiais recicláveis (Nogueira, 2013). Além disso, o RCD ao ser depositado em aterros sem nenhum tipo de separação, pode ocasionar diversos níveis de contaminações e cessar o fornecimento de recursos importantes como a água potável para a população e contaminação de solo (Nogueira, 2013).

Nos últimos anos, muito se tem estudado sobre o reaproveitamento de resíduos na própria construção civil, como a escória de aciaria para a produção de blocos de vedação (Benitez *et al.*, 2022), cinzas volantes como substituição parcial do cimento em concretos segundo (Casagrande *et al.*, 2019) e resíduos de madeira para

produção de painéis (Muniz Duarte *et al.*, 2025). Para o RCD, não é diferente. Rodrigues *et al.* 2024, por exemplo, demonstraram que a substituição parcial (44,16%) ou total (100%) de agregados naturais por RCD em argamassas melhora a resistência mecânica, com aumentos de até 6,9% na compressão e 5,22% na tração. Amorim *et al.* (2021) verificaram que a incorporação de RCD na fabricação de tijolos de gesso, que dispensam queima e emissão de CO<sub>2</sub>, mantém as propriedades do gesso convencional, promovendo uma solução reciclável e sustentável. Já Vieira *et al.* (2021) identificaram que a viabilidade de reutilizar o RCD na composição de camadas de pavimentos, pois, apesar da variação na granulometria, o RCD transformado em agregado reciclado pode atender às faixas exigidas por norma NBR17054.

A reutilização de RCD promove benefícios ambientais em três direções: (1) preserva recursos naturais ao minimizar a demanda por matérias-primas virgens (Lopes *et al.*, 2023); (2) reduz a quantidade de resíduos destinados a aterros ou descartados irregularmente (ABRECON, 2020); e (3) reduz os impactos ambientais e logísticos associados ao transporte e à extração de insumos em áreas com escassez de materiais, como regiões centrais ou metropolitanas (Lopes *et al.*, 2023).

Embora esses estudos revelem o potencial do RCD, eles representam uma parcela exploratória do que tem sido produzido no Brasil, o que reforça a importância de organizar e sistematizar esse conhecimento. Assim, o presente estudo visa fazer uma revisão bibliográfica de estudos brasileiros sobre a utilização de RCD na própria construção civil. Busca-se, com esse estudo, estruturar as principais aplicações, benefícios e desafios estudados relacionados ao reaproveitamento do RCD, contribuindo para a construção de um panorama nacional sobre o tema e oferecendo suporte qualificado para futuras pesquisas e para a formulação de políticas públicas mais eficazes.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

Objetiva-se realizar uma revisão bibliográfica de estudos brasileiros sobre a utilização do Resíduo da Construção e Demolição (RCD) na construção civil, identificando suas principais aplicações, benefícios ambientais, econômicos e sociais, bem como os desafios e limitações associados ao seu reaproveitamento.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

Como objetivos específicos, elencam-se:

- Identificar de que forma o RCD tem sido aplicado em edificações;
- Analisar os benefícios associados ao reaproveitamento do RCD;
- Avaliar os desafios e limitações envolvidos nessas práticas;
- Sintetizar evidências que possam apoiar o avanço da economia circular no setor e subsidiar pesquisas futuras e políticas públicas.

## **1.2 Justificativa**

A crescente geração de resíduos sólidos, especialmente o Resíduo da Construção e Demolição (RCD), tem se tornado uma das principais preocupações ambientais nas grandes cidades. No contexto da construção civil, esse tipo de resíduo representa uma parcela significativa do total descartado, agravando problemas como a degradação ambiental, a ocupação irregular de áreas de descarte e o desperdício de recursos naturais (Ressureição, 2014).

Sob a ótica econômica e de mercado, a temática também se mostra relevante considerando o elevado volume de materiais envolvidos na cadeia produtiva da construção civil. Estima-se que o setor consuma mais de 40 bilhões de toneladas de agregados por ano em escala global, enquanto, no Brasil, a geração de resíduos da construção e demolição supera 500 kg por habitante ao ano, valores diretamente associados ao nível de desenvolvimento urbano (Bovea et al., 2016; Contreras et al., 2016). Estudos experimentais indicam que agregados reciclados apresentam maior absorção de água (até 8,1 %) e massa específica inferior em relação aos agregados naturais, características que impactam diretamente no consumo de cimento, no custo

de dosagem e no desempenho final dos materiais (Borges et al., 2023). Ainda assim, apesar do volume expressivo de resíduos disponíveis e das implicações econômicas associadas ao consumo de insumos naturais, a literatura analisada raramente quantifica custos de produção, viabilidade econômica ou ganhos de mercado, reforçando a pertinência desta pesquisa ao investigar criticamente se tais dimensões vêm sendo consideradas nos estudos sobre o reaproveitamento do RCD.

Diante desse cenário, torna-se urgente repensar as práticas tradicionais de construção, buscando alternativas que promovam a sustentabilidade e a economia circular. A reutilização de RCD como insumo em novas obras surge como uma estratégia viável e promissora, capaz de reduzir o impacto ambiental da atividade construtiva, diminuir a demanda por matérias-primas naturais e estimular práticas mais responsáveis dentro do setor (Lopes *et al.*, 2023).

Assim, este trabalho justifica-se pela necessidade de ampliar o debate sobre soluções sustentáveis na engenharia civil, especialmente aquelas voltadas para o reaproveitamento de materiais e a redução dos impactos negativos associados ao ciclo de vida das edificações. Busca-se contribuir para a difusão de conhecimentos técnicos e científicos que possam subsidiar políticas públicas e orientar profissionais da área sobre a viabilidade técnica, econômica e ambiental da utilização de RCD em substituição (total ou parcial) aos materiais convencionais.

Além disso, esta pesquisa agrega nas seguintes áreas prioritárias do Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU: 9 - Indústria, inovação e infraestrutura (estimulando o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis aplicadas à construção civil), 11 - Cidades e comunidades sustentáveis (ao promover edificações que adotam práticas construtivas ambientalmente responsáveis), 12 - Consumo e produção responsáveis (contribuindo para o uso eficiente dos recursos naturais e a redução do desperdício (ONU Brasil, 2023).

Portanto, este estudo se mostra relevante não apenas pela atualidade do tema, mas também por seu potencial de impacto na formação de uma cultura construtiva mais consciente, inovadora e alinhada aos princípios do desenvolvimento sustentável.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Construção Civil Sustentável

Mikhailova (2004) comenta que sustentabilidade deve ser compreendida a partir de três eixos fundamentais (Figura 1): (1) a conservação ambiental, por meio da utilização racional dos recursos naturais e da mitigação dos impactos negativos sobre os ecossistemas; (2) a promoção da justiça social, assegurando condições de vida dignas à população em todos os aspectos construtivos; (3) e o desenvolvimento econômico equitativo, pautado na inovação tecnológica, na geração de empregos e na distribuição equilibrada de riquezas.

Figura 1 - Pilares da Sustentabilidade



Adaptado de: [www.designandsoul.pt/sustentabilidade-os-3-pilares/](http://www.designandsoul.pt/sustentabilidade-os-3-pilares/)

As Políticas Nacionais de Desenvolvimento Sustentável, como a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) e a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), estabelecem orientações diretivas para a promoção de práticas ambientalmente corretas no setor (Ambiental, 2025). Essas políticas incentivam a utilização racional dos recursos naturais, o gerenciamento adequado dos resíduos gerados em obras, a adoção de tecnologias que minimizem a emissão de gases de efeito estufa e a proteção dos corpos hídricos próximos aos empreendimentos. Apesar de não ser restrito à construção civil, essas diretrizes encontram nesse setor um campo estratégico para sua efetiva aplicação.

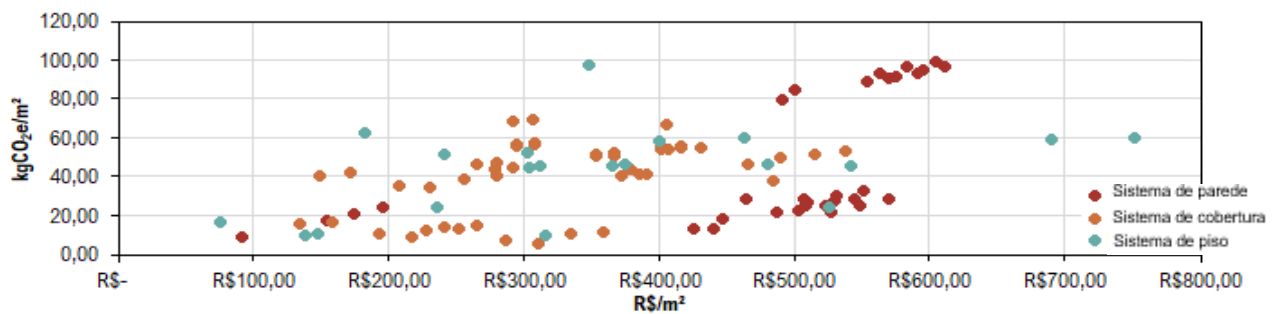
A sustentabilidade na construção civil é algo com relevância mundial, uma vez que esse setor gera de milhares de empregos pelo mundo (Meglin, Kytzia e Habert, 2021), impulsiona a economia de vários países (Mansuero, 2021) e contribui para a saúde, bem-estar e conforto da população (Martins *et al.*, 2022). Ao mesmo tempo, trata-se do mesmo setor que é responsável pelos altos índices de exploração de matérias primas mundo (Meglin, Kytzia e Habert, 2021), grande emissão de gases de efeito estufa (Mansuero, 2021), alta geração de resíduos (da Fonsêca *et al.*, 2022) e consumo exacerbado de recursos energéticos (Mendes *et al.*, 2022). Essa situação não se difere no Brasil (Gomes *et al.*, 2021).

Por isso, o estudo de estratégias sustentáveis deve ser cada vez mais praticado. O uso de materiais sustentáveis, como tijolos ecológicos e concreto reciclado, reduz significativamente a extração de recursos naturais sem comprometer a durabilidade e a eficiência das construções (Silva *et al.*, 2020). A implementação de sistemas de energia solar fotovoltaica também se mostra uma solução eficiente para otimizar o consumo energético (Machado e Miranda, 2014). Além disso, a integração entre arquitetura e natureza, com técnicas como reaproveitamento de água pluvial e ventilação natural, diminui a dependência de recursos artificiais e reduz custos com energia (Emplanej, 2024).

Para ilustrar estudos de estratégias sustentáveis na construção civil, cita-se um trabalho prévio da equipe da autora (Arcanjo *et al.*, 2025). Nesse estudo, foi elaborado um banco de dados abrangente sobre sistemas construtivos brasileiros para paredes, coberturas e pisos, por meio da integração de dados de custo e impacto ambiental provenientes do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) e do Sistema de Informação do Desempenho Ambiental da Construção (Sidac). Foram calculados os custos e as emissões incorporadas de CO<sub>2</sub> (por metro quadrado) para 32 tipos de paredes, 48 tipos de coberturas e 20 tipos de pisos, revelando ampla variabilidade entre os sistemas. Como exemplo, o sistema de piso mais oneroso (composto por laje, isolamento termoacústico, contrapiso e revestimento em granito) apresentou um custo de R\$ 751,54/m<sup>2</sup>, enquanto o mais simples custou R\$ 75,02/m<sup>2</sup> (apenas contrapiso e acabamento em cimento queimado). No caso das paredes, as emissões variaram entre 9,18 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup> (alvenaria em concreto estrutural sem acabamento) e 99,84 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup> (alvenaria em bloco cerâmico não estrutural, assentado de uma vez, rebocado em ambas as faces).

Os coeficientes de correlação encontrados foram moderados e positivos (0,54 para paredes, 0,48 para coberturas e 0,43 para pisos), sugerindo que sistemas de maior custo tendem, em geral, a gerar maiores emissões. No entanto, como pode ser visto na Figura 2, os dados também evidenciaram que a redução estratégica no uso de materiais pode resultar simultaneamente em menores custos e impactos ambientais. Esses achados desafiam a noção de que construções sustentáveis são mercadologicamente mais caras e reforçam a importância de avaliações contextuais baseadas no ciclo de vida para a otimização do desempenho econômico e ambiental na construção civil (Verde, 2021).

Figura 2 - Dispersão dos valores de custo e impacto ambiental dos sistemas analisados



Adaptado de (Arcanjo *et al.*, 2025)

Em continuidade a esse trabalho, outro estudo da equipe da autora (Mendes *et al.*, 2025) utilizou os sistemas de parede contidos nesse banco de dados para comparar três núcleos de alvenaria estrutural (bloco de concreto vazado, bloco cerâmico vazado e tijolo cerâmico maciço) aplicados em edificações localizadas em diferentes contextos climáticos (quente, frio e ameno). A análise considerou indicadores de custo, impacto ambiental e desempenho térmico, com base em dados nacionais (SINAPI e Sidac) e simulações energéticas (*software* EnergyPlus).

Os núcleos compostos por blocos de concreto e cerâmico vazado apresentaram melhor desempenho global, com custos até 17% menores e emissões de CO<sub>2</sub> até 25% inferiores em comparação ao núcleo com tijolo maciço. Em relação ao desempenho térmico, observou-se a diminuição de até 8% nos valores de energia com sistemas de ar-condicionado e aquecedores, a depender do sistema e da localidade. Esses resultados reforçam o potencial de soluções construtivas simples e

otimizadas, demonstrando que a escolha adequada dos sistemas pode gerar benefícios simultâneos nos âmbitos econômico, ambiental e social. Esses estudos, portanto, evidenciam que a adoção de estratégias construtivas sustentáveis é não apenas viável, mas essencial para transformar o setor da construção civil em um agente ativo na promoção do desenvolvimento sustentável.

## 2.2 Resíduo da Construção e Demolição (RCD)

De acordo com a Resolução nº 307/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2002), Resíduos da Construção e Demolição (RCD's) são definidos como "os resíduos gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluindo os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis". Esses resíduos podem incluir materiais como concreto, tijolos, madeira, metais, gesso, argamassa, entre outros. Como se verifica no Quadro 1, a resolução também classifica os RCD's em quatro classes (A, B, C e D), de acordo com sua natureza e possibilidade de reutilização ou reciclagem.

Quadro 1 – Classificação dos RCD's

<b>Classe</b>	<b>Descrição do resíduo</b>	<b>Exemplo</b>
A	Resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados.	Tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, argamassa, concreto, tubos, entre outros.
B	Resíduos recicláveis para outras destinações.	Plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso.
C	Resíduos para os quais não existem tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação.	Lixas, panos e pincéis que estão limpos, ou seja, que não tiveram contato anterior com substâncias como tintas e solventes.
D	Resíduos perigosos.	Tintas, solventes, óleos e outros produtos contaminados ou prejudiciais à saúde. Telhas e demais materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

Fonte: Adaptado da Resolução nº 307/2002 do (CONAMA, 2002).

O Quadro 2 sistematiza o marco regulatório aplicável aos RCD's, apresentando as principais normas técnicas e legislações pertinentes, no contexto da gestão sustentável de resíduos da construção civil.

Quadro 2 – Normas Técnicas e Legislação Aplicáveis para RCD no Brasil

<b>Norma/ Resolução</b>	<b>Aplicação principal</b>	<b>Classificação dos resíduos</b>	<b>Ano de publicação</b>
Resolução CONAMA 307/2002	Diretrizes para gestão de RCD (geração, transporte e destinação).	Classifica RCD em Classes	2002
Resolução CONAMA 448/2012	Complementa a 307/2002, exigindo planos municipais para RCD.	Detalha responsabilidades de municípios e geradores.	2012
NBR 10.004 (ABNT)	Classificação de resíduos sólidos (incluindo RCD).	Define: Classes de materiais perigosos, não inertes e inertes.	2004
NBR 15112 (ABNT)	Resíduos da construção civil e resíduos volumosos em áreas de transbordo e triagem	Diretrizes para projeto, implantação e operação	2004
NBR 15113 (ABNT)	Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes em aterros	Diretrizes para projeto, implantação e operação.	2004
NBR 15.114 (ABNT)	Requisitos para áreas de reciclagem de RCD.	Normatiza estruturas para triagem, britagem e estoque de RCD reciclado.	2005
NBR 15.115 (ABNT)	Uso de agregados reciclados de RCD em novas obras.	Especifica parâmetros para utilização de RCD processado.	2005
Lei 12.305/2010 (PNRS)	Política Nacional de Resíduos Sólidos (inclui RCD).	Responsabilidade compartilhada, logística reversa, planos de gestão.	2010
NR 25 (MTE)	Resíduos em canteiros de obras (segurança do trabalho).	Orienta manejo temporário e transporte de RCD em obras.	1978 atualizado em (2005)

Fonte: Autora

Essas regulamentações, ao normatizar processos desde a geração até a reciclagem de RCD, não apenas mitigam impactos ambientais, mas também

viabilizam a incorporação de materiais reciclados em novos processos. Dessa forma, promovem diretamente a economia circular, cujo objetivo é prolongar o uso dos materiais e minimizar descartes, além de estimular cadeias produtivas Sustentável, apoiar políticas públicas e reduzir a extração de recursos naturais, assegurando qualidade e rastreabilidade nas obras (Ramos, 2022).

De acordo com a Lei Federal nº 12.305/2010 (PNRS, 2010), os geradores de RCD são responsáveis pela gestão adequada do resíduo proveniente de suas atividades, devendo garantir que o processo de segregação seja realizado ainda no canteiro de obras, conforme a classificação dos RCD's. Dessa forma, cabe ao(à) proprietário(a) do empreendimento, além de arcar com os custos da execução da obra, acompanhar e exigir que os(as) responsáveis técnicos(as) (engenheiros(as), arquitetos(as) e técnicos(as) em edificações) implementem metodologias de gestão de resíduos. Tal prática é fundamental para evitar sanções legais, como multas e até mesmo o embargo da obra (PNRS, 2010). Após a etapa de separação inicial, os resíduos devem ser encaminhados a aterros sanitários devidamente licenciados acompanhado de seu Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR), onde serão submetidos à triagem, tratamento e destinação final adequada, conforme as normas ambientais vigentes (MTR, 2020).

Assim, conforme o Art. 10º da Resolução nº 307/2002 do Conama (2002), os RCD's deverão ser destinados das seguintes formas:

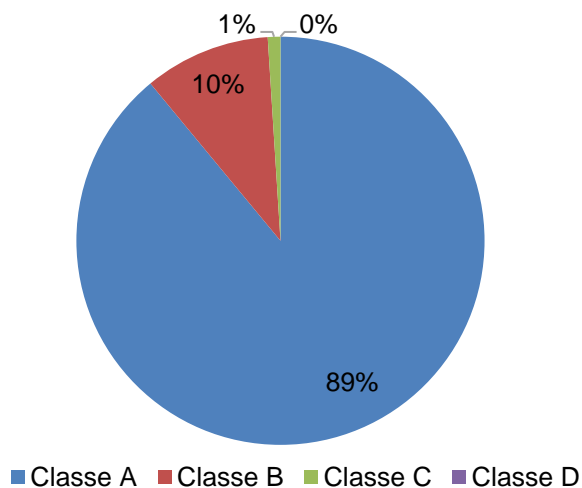
- I. Classe A: deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;
- II. Classe B: deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;
- III. Classe C: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.
- IV. Classe D: deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

Assim, é possível evidenciar que o Brasil detém uma base normativa estruturada para a gestão de RCD, envolvendo aspectos ambientais, técnicos, legais e de segurança do trabalho. No entanto, o grande desafio desta temática reside na

efetiva aplicação e fiscalização dessas normas, especialmente no contexto municipal (Torres, 2024).

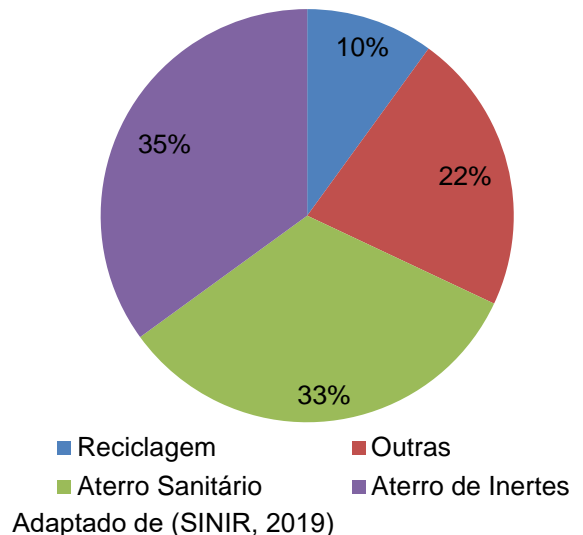
Na Figura 3 observa-se que, em Minas Gerais, aproximadamente 90% dos RCD's possuem potencial de reciclagem ou reutilização, com predominância dos resíduos de classe A. Esse dado indica uma disponibilidade significativa de materiais que poderiam ser reinseridos em novos ciclos produtivos, como agregados reciclados para concretos (Frotté, 2016). Já a Figura 4, que apresenta dados em escala nacional, revela um cenário distinto: 68% dos RCD's são destinados a aterros (33% sanitários e 35% inertes) e 22% ainda seguem para locais inadequados, enquanto apenas 10% são efetivamente reciclados. Embora os escopos geográficos sejam diferentes, a comparação é pertinente, pois evidencia o contraste entre o alto potencial técnico de reciclagem observado em contextos como o de Minas Gerais e a baixa efetividade prática na gestão dos RCD's em nível nacional. Essa discrepância reforça a necessidade de políticas, infraestrutura e incentivos que permitam transformar o potencial existente em resultados concretos para a economia circular.

Figura 3 - Resíduos de Construção Civil de Minas Gerais



Adaptado de (SINIR, 2019)

Figura 4 - Destinação adotada para os resíduos de construção civil no Brasil



Adaptado de (SINIR, 2019)

Nesse mesmo contexto, surgem os lixões. Eles configuram-se como um dos principais fatores responsáveis pelos impactos ambientais negativos e pelos agravos à saúde pública no Brasil (Freitas *et al.*, 2024). A disposição de resíduos em lixões caracteriza-se como uma prática realizada a céu aberto, sem qualquer tipo de controle

técnico ou medidas de contenção, o que contraria as diretrizes estabelecidas pela NBR 13.896 (ABNT, 1997). Essa situação favorece a contaminação do solo, dos corpos hídricos e da atmosfera, além de representar sérios riscos à saúde pública e ao equilíbrio ambiental (Nogueira, 2013).

Em decorrência de sua gravidade, essa prática foi proibida pela Lei nº 12.305/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS, 2010). A referida legislação estabeleceu prazos para a eliminação progressiva dos lixões (Figura 5) e determinou a implantação de aterros sanitários (Figura 6), como solução adequada para a disposição final de resíduos sólidos. Segundo essa lei, as administrações públicas municipais, independentemente de seu porte ou localização, deveriam encerrar as atividades dos lixões e aterros controlados no prazo máximo de 4 anos (até 2014), promovendo sua substituição por aterros sanitários ou industriais devidamente licenciados. Nesses locais, foi permitido apenas o depósito de resíduos que não apresentem viabilidade técnica ou econômica de reciclagem ou reaproveitamento (PNRS, 2010). Além disso, a legislação também impôs a obrigatoriedade da compostagem dos resíduos orgânicos, promovendo sua valorização e contribuindo para a redução da fração destinada à disposição final.

Figura 5 – Lixão da Estrutural em Brasília/DF



Fonte: [www12.senado.leg.br/fotos/fotodestaque/?id-35450939496](http://www12.senado.leg.br/fotos/fotodestaque/?id-35450939496)

Figura 6 – Aterro sanitário em Palmas/TO



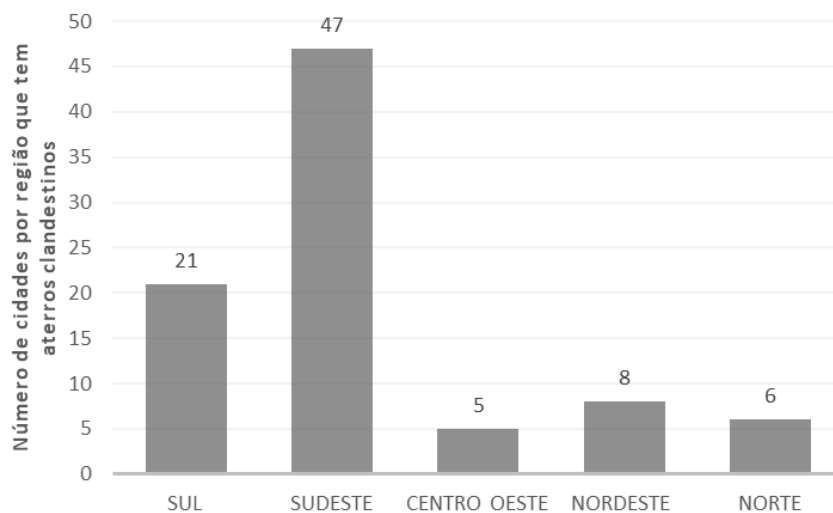
Fonte: <https://tocantinsentulhos.com.br/aterro-sanitario-de-palmas-e-considerado-modelo-nacional/>

Entretanto, a realidade no cenário brasileiro é totalmente diferente. Apesar do avanço legal representado pela Lei nº 14.026/2020 (Planalto, 2020), que estabelece metas para o encerramento dos lixões, a realidade brasileira revela graves falhas na

implementação dessas políticas. Mesmo após 15 anos da implantação do PNRS (2010), não houve avanços significativos por parte dos municípios e estados quanto à identificação, monitoramento ou fechamento desses locais, sendo um indicativo disso a ausência de atualizações do Relatório Estadual dos Resíduos Sólidos (RERS) desde 2019 (SINIR, 2019). Essa situação evidencia uma crise de governança ambiental, marcada pela falta de articulação entre os entes públicos e pela ineficácia das ações coordenadas (Torres, 2024). O cumprimento das exigências legais exige, portanto, uma mudança estrutural e cultural na gestão pública, com maior integração entre os níveis de governo e participação ativa da sociedade civil (Torres, 2024).

Segundo a Pesquisa Setorial realizada pela (ABRECON, 2020), conforme mostrado na Figura 7, o Sudeste é a região do Brasil com mais cidades que informaram a existência de aterros clandestinos, ou seja, aterros que não estão devidamente cadastrados nas autoridades locais. Nota-se quem, embora concentre os maiores polos industriais e tecnológicos do país (Neto, Silva e Severian, 2020), a região ainda reproduz práticas insustentáveis, com empresas priorizando o baixo custo imediato em detrimento da análise do ciclo de vida dos materiais (Freitas *et al.*, 2024).

Figura 7 - Número de cidades por região que tem aterros clandestinos



Fonte: (ABRECON, 2020)

Os municípios que implantaram o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) costumam levar esses aterros regulares como uma estratégia de desenvolvimento sustentável. Por outro lado, em localidades onde há dificuldades

para implementar o plano, os aterros clandestinos são subnotificados por ausência de informações oficiais e tendem a passar despercebidos. Assim, é provável que o número real de aterros clandestinos no país seja ainda maior do que os dados indicam.

Nesse contexto, pode-se refletir sobre os diversos impactos que a disposição irregular dos RCD's traz, dentre eles três principais:

- I. Impacto econômico: a destinação incorreta destes resíduos gera custos adicionais às gestões municipais com a remoção destes materiais, além de provocar a necessidade de recuperação de áreas e expansão de sistemas de coleta, principalmente em periferias. Além disso, a inexistência de um sistema de triagem quando há a coleta, ocasiona o desperdício de insumos potencialmente reintegráveis a cadeia produtiva, o que diminuiria a extração de recursos naturais e os custos finais da obra, além da perda de oportunidade de geração de empregos com a desestimulação do setor de reciclagem (ABRECON, 2020);
- II. Impacto social: o não aproveitamento deste material perpetua desigualdades, pois os principais pontos de descarte irregular se encontram em regiões periféricas, devido à baixa acessibilidade ao sistema de saneamento básico adequado, prejudicando a qualidade de vida da população e acumulam vetores de doenças que causam poluição visual e insalubridade (Morais, 2006);
- III. Impacto ambiental: a poluição do solo e da água, causada pela infiltração de substâncias contaminantes, a deterioração de áreas verdes que atrapalha drenagem destes locais e pode ocasionar alagamentos (Nogueira, 2013). Além disso, há o aumento das emissões de CO<sub>2</sub>, decorrente da extração contínua de recursos naturais para servir de matéria prima, agravando os efeitos das mudanças climáticas (Krausmann *et al.*, 2018).

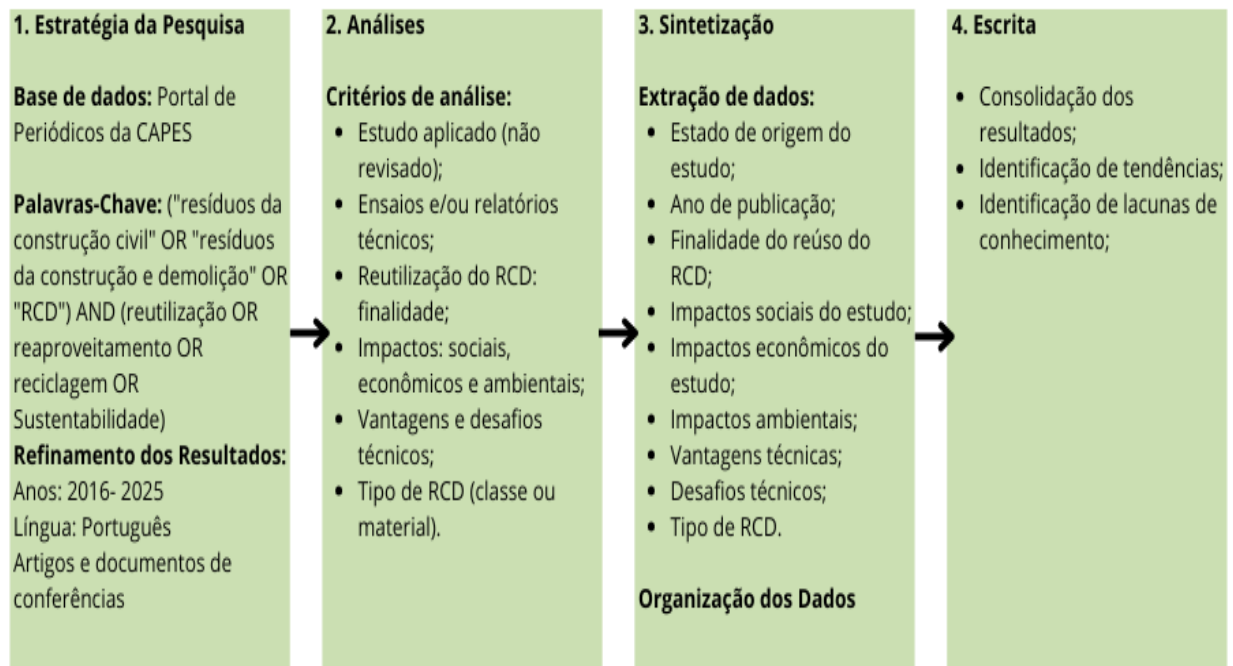
Em síntese, os princípios da construção sustentável, aliados às diretrizes técnicas e normativas voltadas à gestão dos RCD's, revelam que, apesar da relevância do tema, o reaproveitamento desses resíduos na construção civil ainda é uma prática muito pouco frequente. Diante disso, torna-se necessário mapear as práticas mais atuais de aproveitamento dos RCD's na própria construção, setor marcado por grandes impactos e que, justamente por isso, deve concentrar significativo potencial de reintegração desses materiais em novos ciclos produtivos.

### 3 METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido por meio de uma revisão bibliográfica, fundamentada na literatura dos últimos dez anos. O objetivo principal foi analisar o uso dos resíduos da construção e demolição (RCD) como alternativa sustentável no setor da construção civil, identificando estudos sobre os benefícios ambientais, econômicos e sociais, bem como os desafios e limitações para sua aplicação.

Conforme o Fluxo Sistemático de Pesquisa, proposto por Ferenhof et al. (2016), a revisão se dividiu em algumas etapas: (1) definição da estratégia de pesquisa, envolvendo os critérios estipulados, a própria busca nas bases de dados e o refinamento dos resultados de busca; (2) análise dos documentos coletados; (3) sintetização dos dados; e (4) escrita da revisão propriamente dita. A Figura 8 apresenta como a revisão bibliográfica deste trabalho se procedeu.

Figura 8 - Panorama geral da revisão bibliográfica



Fonte: Autora

A presente revisão bibliográfica focou em publicações dos últimos dez anos (2016 a 2025), com foco na utilização dos RCD's como alternativa sustentável na construção civil. A busca foi realizada em 04 de agosto de 2025, por meio do Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

(CAPES), plataforma de grande relevância para o cenário científico nacional, por proporcionar acesso gratuito a fontes de conhecimento qualificado. A CAPES desempenha um papel fundamental no desenvolvimento educacional e científico do Brasil, por meio da formação de recursos humanos especializados, do fomento à pesquisa, da avaliação da pós-graduação e da promoção da internacionalização do ensino superior (Federal, 2020). Conforme ilustrado na Figura 8, a seleção dos trabalhos baseou-se em títulos, palavras-chave e resumos, com os seguintes termos de busca: ("resíduos da construção civil" OR "resíduos da construção e demolição" OR "RCD") AND (reutilização OR reaproveitamento OR reciclagem). As palavras-chave foram escolhidas com base em sua recorrência em estudos voltados à gestão de resíduos e à construção sustentável.

Ressalta-se que os artigos selecionados para compor este estudo foram incluídos com base exclusiva nos critérios de busca previamente estabelecidos no protocolo metodológico adotado. Dessa forma, não foram consideradas métricas bibliométricas adicionais, como fator de impacto dos periódicos ou número de citações dos trabalhos, o que configura uma limitação inerente à abordagem adotada (Ferenhof e Fernandes, 2016). Trata-se, contudo, de uma característica recorrente em revisões sistemáticas, cuja ênfase recai sobre a transparência e a reprodutibilidade do processo de seleção, e não necessariamente sobre o prestígio ou a popularidade das publicações incluídas.

Dos 240 documentos identificados, foram aplicados os critérios para seleção (e refinamento) dos trabalhos. Para avaliar a compatibilidade aos critérios, inicialmente foram lidos todos os títulos, depois, todos os resumos e, por fim, os trabalhos por completo. Os critérios de seleção dos trabalhos foram:

- O estudo abrangeu a incorporação do RCD no contexto da própria construção civil, com ênfase no setor predial;
- O estudo não se caracterizou como uma pesquisa de revisão, mas como uma investigação de natureza aplicada;
- O estudo consistiu em ensaios laboratoriais voltados ao desenvolvimento de novos produtos ou à proposição de novas formas de utilização do RCD.

Após a leitura integral e criteriosa dos artigos que avançaram até a última etapa do processo de triagem, construiu-se um panorama abrangente e estruturado acerca das formas como o RCD vem sendo empregados de maneira sustentável no setor da

construção civil. Em um primeiro momento, foi conduzida uma análise bibliométrica detalhada do conjunto de estudos selecionados, com o objetivo de identificar padrões relevantes, tais como a frequência anual de publicações ao longo do tempo e os estados que mais estudaram o assunto. Para enriquecer essa etapa, foi utilizado o *software* VOSviewer, por meio do qual elaborou-se um mapa de rede, permitindo que permitirá visualizar a ocorrência dos termos técnicos com pelo menos três repetições, considerando-se tanto as palavras-chave atribuídas pelos autores quanto os resumos dos respectivos trabalhos.

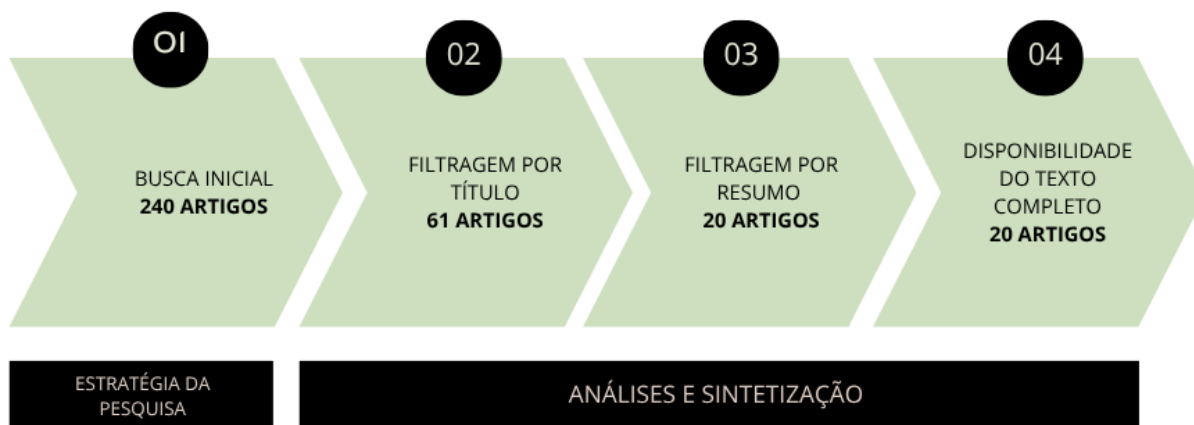
No segundo momento, realizou-se uma análise técnico-conceitual dos estudos selecionados, com o propósito de identificar as principais aplicações, benefícios e limitações associadas ao reaproveitamento do RCD em novos produtos e materiais. Essa etapa buscou compreender de que forma os trabalhos abordam os aspectos técnicos, econômicos, sociais e ambientais do tema, permitindo construir um panorama integrado das práticas sustentáveis relacionadas ao uso do RCD na construção civil.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Análise Bibliométrica

A Figura 9 sintetiza o processo de seleção dos estudos incluídos na revisão. A busca inicial resultou em 240 artigos, mas a aplicação sucessiva de filtros por título, resumo e acesso ao texto completo reduziu esse número para 20 estudos. Esse processo de refinamento não teve apenas caráter quantitativo. Cada etapa buscou assegurar a pertinência temática e a consistência metodológica dos trabalhos selecionados, evitando a inclusão de estudos sem aplicação prática do RCD na construção de edificações ou sem dados experimentais.

Figura 9 – Fluxo de seleção dos estudos incluídos na revisão bibliográfica



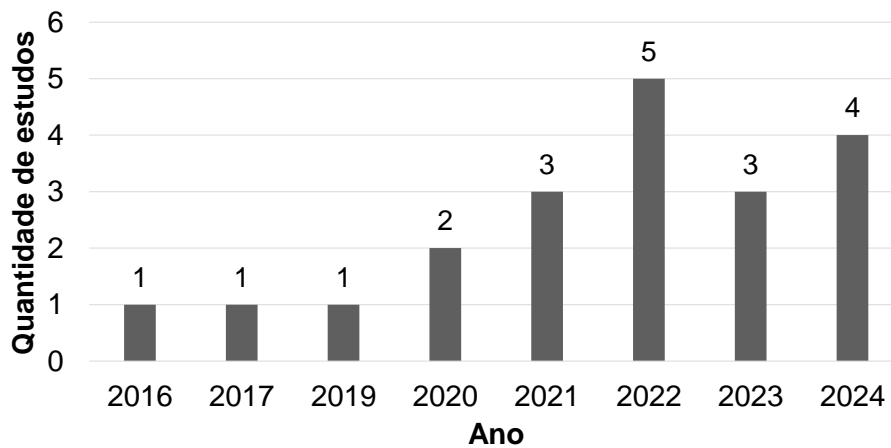
Fonte: Autora

A Figura 10 apresenta o panorama geral das publicações analisadas entre os anos de 2016 e 2025. A partir de 2020, observa-se um crescimento mais consistente, com destaque para o pico em 2022, quando foram identificados cinco estudos (25%) que atendiam aos critérios de inclusão. Nos anos 2023 e 2024, a quantidade de estudos manteve-se elevada, com três (15%) e quatro (20%) publicações, respectivamente, o que indica continuidade e consolidação do interesse científico sobre o tema.

No ano de 2025, nenhum estudo foi incluído na revisão. Esse resultado não indica necessariamente uma redução da produção acadêmica, mas pode estar diretamente relacionado ao recorte temporal adotado. A busca foi realizada antes do encerramento do ano, período em que muitos trabalhos ainda se encontram em fase de desenvolvimento, avaliação ou editoração, o que limita sua disponibilidade na base

de dados ou seu enquadramento completo nos critérios definidos. Em relação à distribuição geográfica, demonstrado na Figura 11, observa-se uma maior representatividade dos estados Rio Grande do Sul (20%) e Minas Gerais (15%), seguidos de outras regiões como Brasília, Ceará, Paraná, Pernambuco e Rio de Janeiro, com participações equilibradas (1 ou 2).

*Figura 10 - Quantidade de estudos publicados por ano*



Fonte: Autora

*Figura 11- Quantidade de estudos identificados por estado brasileiro*



Fonte: Autora

O Quadro 3 sintetiza a origem do estudo, as características e as principais aplicação do RCD investigado em cada trabalho, apresentando de forma organizada as contribuições de cada autor e permitindo comparar os diferentes enfoques adotados nas pesquisas.

Quadro 3 - Síntese das Contribuições Bibliográficas

<b>Autoria</b>	<b>Estado autoria</b>	<b>Título do estudo</b>	<b>RCD estudado (classe)</b>	<b>Finalidade do reuso do RCD</b>
<b>(Almeida, Lafayette e Silva, 2024)</b>	PE	Avaliação do comportamento mecânico do solo após a incorporação de resíduos da construção civil e fibras de sisal	Agregado Reciclado + Fibras de Sisal (Classe A)	Adquirir resistência ao solo.
<b>(Azevedo et al., 2022)</b>	CE	Esgoto doméstico tratado em filtro biológico aerado naturalmente utilizando resíduo da construção civil como meio suporte	Materiais cerâmicos (Classe A)	Desenvolver um filtro biológico para remoção de demanda química de Carbono (DQO)
<b>(Moreira et al., 2023)</b>	PA	Estudo da viabilidade técnica do aproveitamento dos resíduos da construção civil na produção do concreto	Agregado reciclado (Classe A)	Substituição do agregado graúdo em concretos.
<b>(Rodrigues et al., 2024)</b>	RS	Aproveitamento de resíduos da construção civil na composição da argamassa como substituto do agregado miúdo	Agregado reciclado (Classe A)	Substituição do agregado miúdo em argamassas.
<b>(Nicolau e Barbosa, 2023)</b>	MT	Análise do Comportamento do Solo com Adição de Resíduo de Construção e Demolição (RCD)	Agregado reciclado (Classe A)	Adquirir resistência ao solo.
<b>(Rocha, Urashima e Guimarães, 2023)</b>	MG	Desempenho de agregados reciclados de concreto no preenchimento de blocos segmentais em muros de solo reforçado com geogrelhas	Agregado reciclado de concreto (Classe A)	Material de preenchimento de blocos segmentais pré-moldados

<b>Autoria</b>	<b>Estado autoria</b>	<b>Título do estudo</b>	<b>RCD estudado (classe)</b>	<b>Finalidade do reuso do RCD</b>
<b>(Sousa et al., 2022)</b>	DF	Avaliação da resistência à compressão, porosidade e espessura de micro fissura na zona de transição em argamassas com agregado miúdo reciclado	Agregado reciclado (Classe A)	Substituição do agregado miúdo em argamassas.
<b>(Maia et al., 2022)</b>	MG	Avaliação técnica de concreto estrutural fabricado com agregado graúdo de resíduos de construção e demolição	Agregado reciclado (Classe A)	Substituição do agregado graúdo em concretos.
<b>(Quintana et al., 2024)</b>	RS	Aproveitamentos de resíduos da construção civil na produção de tijolos solo-cimento	Materiais cerâmicos (Classe A)	Composição de tijolos solo-cimento.
<b>(Ramos, 2022)</b>	PE	Análise de resíduos da construção civil e aplicabilidades para reaproveitamento nas construções	Agregado reciclado (Classe A)	Substituição do agregado graúdo em concretos.
<b>(Tessaro, Mathies e Trindade, 2024)</b>	RS	Influência da adição de resíduos de construção civil como agregado no concreto	Agregado reciclado (Classe A)	Substituição do agregado graúdo em concretos.
<b>(Frotté, 2016)</b>	RJ	Estudo das propriedades físicas e mecânicas de concreto com substituição parcial de agregado natural por agregado reciclado proveniente de rcd	Agregado reciclado (Classe A)	Substituição do agregado graúdo em concretos.
<b>(Pimentel et al., 2017)</b>	RJ	Argamassa com areia proveniente da britagem de resíduo de construção civil – Avaliação de características físicas e mecânicas	Agregado reciclado (Classe A)	Substituição do agregado miúdo em argamassas.
<b>(Santana e Pereira, 2020)</b>	DF	Avaliação da influência da utilização de agregado miúdo reciclado em argamassas estabilizadas	Agregado reciclado (Classe A)	Substituição do agregado miúdo em argamassas.

<b>Autoria</b>	<b>Estado autoria</b>	<b>Título do estudo</b>	<b>RCD estudado (classe)</b>	<b>Finalidade do reuso do RCD</b>
<b>(Filho et al., 2019)</b>	PR	Utilização de resíduos da construção civil e cinza do bagaço de cana-de-açúcar para a produção de argamassa de revestimento	Agregado Reciclado (Classe A) + cinzas do bagaço de cana-de-açúcar.	Substituição do agregado miúdo em argamassas.
<b>(Schiller, Paliga e Torres, 2021)</b>	RS	Estudo da potencialidade da substituição parcial do cimento por resíduos da construção civil em argamassa de revestimento	Agregado reciclado de concreto (Classe A)	Substituição do agregado miúdo em argamassas.
<b>(Ponte, Ximenes e Fernandes, 2021)</b>	CE	Análise experimental comparativa entre concreto reciclado com agregado graúdo oriundo da reciclagem de resíduo de construção e demolição	Agregado reciclado (Classe A)	Substituição do agregado graúdo em concretos.
<b>(Batista et al., 2022)</b>	RO	Influência da adição de RCD misto na resistência à compressão e na porosidade de argamassa	Agregado reciclado (Classe A)	Substituição do agregado miúdo em argamassas.
<b>(Rocha e Kolling, 2021)</b>	PR	Análise de concreto autoadensável com inserção de resíduos de construção	Agregado reciclado de concreto (Classe A)	Substituição do agregado graúdo em concretos.
<b>(Bernardon et al., 2020)</b>	MG	Avaliação da substituição total de areia natural por RCC em argamassa de assentamento	Agregado reciclado (Classe A)	Substituição do agregado miúdo em argamassas.

Fonte: Autora

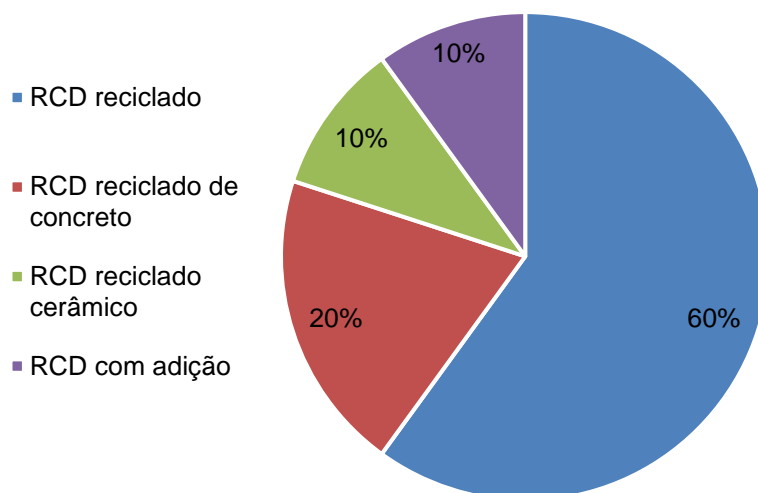
A Figura 12 sintetiza a quantidade de estudos por tipo de RCD analisado. A maior predominância teve para o agregado reciclado (60%) como principal material avaliado, seguido pelos agregados reciclados específicos como, RCD específico de concreto (20%), RCD específico de material cerâmico (10%), RCD com adição de

bagaço de cana de açúcar (5%) (FILHO *et al.*, 2019) e RCD com adição de fibra de sisal (5%) (Almeida, Lafayette e Silva, 2024).

O termo “agregado reciclado” engloba, de forma geral, todos os tipos de RCD’s, reunindo materiais de diferentes origens e composições. Contudo, em alguns estudos específicos, esses resíduos são analisados de maneira individualizada, como nos casos de agregados reciclados provenientes exclusivamente de concreto (Schiller, Paliga e Torres, 2021) ou de materiais cerâmicos (Azevedo *et al.*, 2022). Observa-se, entretanto, que na maioria das pesquisas os RCD’s são tratados de forma generalista, sendo frequentemente mencionados apenas como “entulho” ou descritos como materiais oriundos de usinas de reciclagem, sem a devida especificação quanto à sua composição. Nesse sentido, grande parte dos estudos tinha como principal objetivo avaliar o desempenho mecânico de misturas e composições que incorporavam RCD’s. Esses estudos buscavam comprovar a viabilidade técnica desses materiais como substitutos parciais dos agregados convencionais, o que será mais bem discutido na seção a seguir.

A Figura 12 revela uma predominância clara de pesquisas voltadas ao reaproveitamento de resíduos convencionais, em detrimento de resíduos não tradicionais. Embora compartilhem os mesmos princípios de sustentabilidade e redução de impactos ambientais, os estudos que exploram adições alternativas (Almeida, Lafayette e Silva, 2024 e FILHO *et al.*, 2019) representam abordagens mais inovadoras e ainda pouco exploradas. Isso evidencia a necessidade de ampliar investigações nessas frentes emergentes, pois a diversificação dos resíduos estudados pode abrir caminho para novas aplicações, estratégias mais eficientes de reaproveitamento e soluções tecnológicas com maior valor agregado para a construção sustentável.

Figura 12 - Quantidade de estudos por tipo de RCD



Fonte: Autora

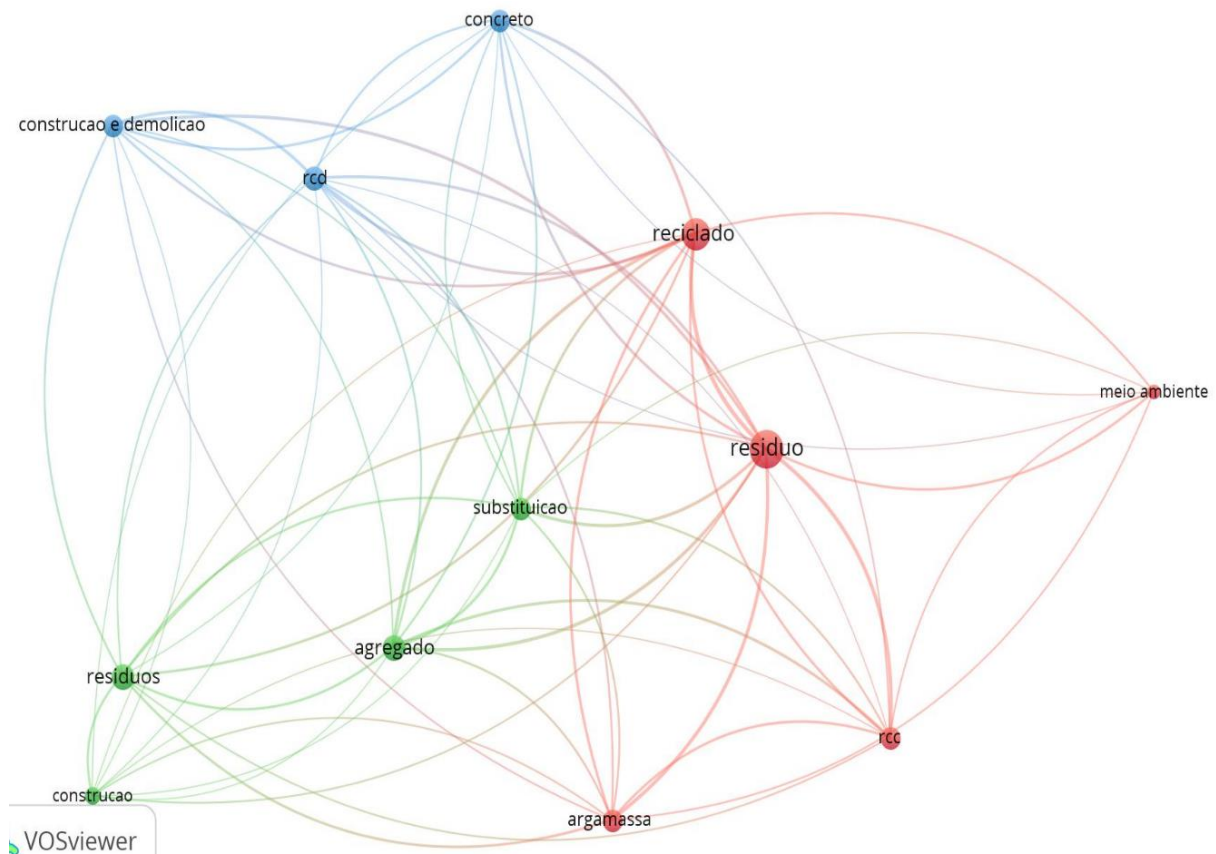
No Quadro 3, observa-se que a finalidade de maior recorrência é a substituição parcial de agregados naturais (miúdos em argamassas e graúdos em concretos) seguida por aplicações voltadas ao melhoramento de solos, à produção de tijolos solocimento e ao emprego como material funcional em sistemas específicos, como filtros biológicos ou preenchimento de blocos segmentais. Nota-se que a maioria das aplicações se concentra em usos de baixas solicitações estruturais, apesar de algumas investigações abordarem concretos estruturais com agregados reciclados (Frotté, 2016; Maia *et al.*, 2022; Moreira *et al.*, 2023; Ponte, Ximenes e Fernandes, 2021; Ramos, 2022; Rocha e Kolling, 2021; Tessaro, Mathies e Trindade, 2024). Embora o quadro apresente uma síntese qualitativa dos estudos, é possível observar uma tendência comum entre eles: a exploração de substituições parciais. Os percentuais variam conforme o objetivo de cada pesquisa, sempre buscando avaliar a viabilidade técnica e o desempenho adequado à finalidade proposta. Esses aspectos serão detalhados na seção 4.2.

A

Figura 13 apresenta o mapa de rede gerado pelo VOSViewer, ilustrando termos com mais de 3 recorrências nos títulos, palavras-chave e resumo dos trabalhos analisados. O mapa evidencia três núcleos principais: (1) termos associados a RCD e processos

construtivos (*cluster azul*), (2) estudos sobre agregados e substituição de materiais (*cluster verde*) e (3) pesquisas voltadas à reciclagem, resíduos e impactos ambientais (*cluster vermelho*). As conexões entre os clusters indicam que a literatura articula gestão de resíduos, reaproveitamento de materiais e questões ambientais como temas interdependentes.

Figura 13 - Análise de termos relevantes em estudos sobre RCD



Fonte: Autora

Além disso, observa-se que os termos “resíduo” e “reciclado” ocupam posições centrais na rede, atuando como elementos de conexão entre os estudos sobre concreto, agregados e impactos ambientais. A forte associação entre “agregado”, “substituição” e “concreto” confirma a predominância de pesquisas voltadas à aplicação do RCD como material substitutivo, enquanto a menor densidade de vínculos do termo “meio ambiente” indica que os impactos ambientais aparecem mais como justificativa do que como objeto de análise aprofundada. Também chama atenção a ausência de termos relacionados à economia circular, triagem, logística

reversa ou avaliação do ciclo de vida, sugerindo que a literatura ainda é pouco diversificada e concentrada em abordagens tecnicistas. Esse padrão reforça a necessidade de expandir as investigações para dimensões mais amplas da sustentabilidade no contexto do reaproveitamento de RCD.

Embora termos como “reciclado” e “resíduo” tenham relação com práticas sustentáveis, no mapa eles aparecem principalmente associados ao eixo técnico da reciclagem e do reaproveitamento de materiais. “Meio ambiente” surge como o único termo diretamente vinculado ao conceito de sustentabilidade, porém de forma isolada e não articulada aos pilares econômico e social. Esse padrão inicial sugere uma ênfase ambiental na produção científica analisada, indicando uma possível abordagem fragmentada do tema, aspecto que será aprofundado na seção 4.2.2.

## **4.2 Análise Técnica e Sustentável**

O aumento das pesquisas sobre sustentabilidade na construção civil tem demonstrado o potencial do reaproveitamento do RCD como uma alternativa viável aos materiais tradicionais. Os 20 estudos analisados nesta revisão exploram aplicações, abrangendo o uso de RCD em solos, concretos, argamassas, blocos e filtros. O Quadro 4, discrimina as vantagens e desvantagens identificadas em cada estudo, quanto às dimensões técnica, econômica, social e ambiental.

Quadro 4 – Análise comparativa de desempenho

# Autoria	Tipo de RCD → produto desenvolvido	Aspecto técnico e sustentável	
		Vantagem	Desvantagem
1 (Almeida, Lafayette e Silva, 2024)	RCD (Classe A) → Compósito (solo + RCD + fibras de sisal) para estabilização de encostas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O compósito apresentou ganhos de 36,6% (7 dias), 69,1% (28 dias) e 59% (60 dias) em comparação ao solo natural;</li> <li>• Uso de materiais locais (sisal, RCD);</li> <li>• Redução de custos com reforço tradicional (cal, cimento) (*);</li> <li>• Geração de empregos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução da densidade (1,680→1,645 g/cm<sup>3</sup>) e aumento da umidade ótima (18,35→19,78%);</li> <li>• Resistência inferior à do solo natural (8,26 kPa a menos aos 7 dias);</li> <li>• Custos com ensaios (*).</li> </ul>
2 (Azevedo et al., 2022)	Materiais cerâmicos (Classe A) → Filtro Biológico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Remoção eficiente de DQO (76,72%), amônia (81,50%) e fósforo (65,92%), para efluentes de baixa a média carga e onde a remoção de fósforo não é crítica;</li> <li>• Baixa complexidade operacional;</li> <li>• Baixo custo do resíduo (*);</li> <li>• Operação sem energia;</li> <li>• Menor poluição hídrica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porosidade elevada (71,40%), podendo exigir manutenção;</li> <li>• Eficiência reduzida sob altas cargas orgânicas (*);</li> <li>• Aceitação limitada por ser uma tecnologia alternativa.</li> </ul>
3 (Moreira et al., 2023)	Agregado reciclado (Classe A) → Agregado graúdo na produção de concreto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Substituição do agregado graúdo natural pelo agregado graúdo reciclado em 100% em concretos que não é exigida elevada resistência;</li> <li>• Menor uso de agregados naturais;</li> <li>• Redução de resíduos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não aplicável a altas cargas;</li> <li>• Falta normatização;</li> <li>• Custo de processamento e coleta do RCD (*).</li> </ul>

# Autoria	Tipo de RCD → produto desenvolvido	Aspecto técnico e sustentável	
		Vantagem	Desvantagem
4 (Rodrigues <i>et al.</i> , 2024)	Agregado reciclado (Classe A) → Agregado miúdo na produção de argamassa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viabilidade de substituição de 44,16% a 100% dos agregados naturais pelos reciclados;</li> <li>• Menor uso de agregados naturais;</li> <li>• Redução de resíduos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Custo de processamento e coleta do RCD (*).</li> </ul>
5 (Nicolau e Barbosa, 2023)	Agregado reciclado (Classe A) → Agregado reciclado (areia/pedrisco) adicionado ao solo para reforço de subleito com uso na pavimentação.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento do CBR<sup>1</sup> em ~3%;</li> <li>• O solo com adição de RCD obteve uma expansão reduzida para 3,7%;</li> <li>• Menor uso de agregados naturais;</li> <li>• Redução de resíduos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não atende requisitos para subleito sem correção adicional, a legislação exige que o valor da expansão ou contração seja inferior a 2%;</li> <li>• Custo com correção da expansão (*).</li> </ul>
6 (Rocha, Urashima e Guimarães, 2023)	Agregado reciclado (Classe A) → Material de preenchimento de blocos segmentais pré-moldados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desempenho satisfatório para muros de até ~5m com baixa sobrecarga;</li> <li>• Potencial economia de ~20% nos custos do material de preenchimento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução de ~30% na capacidade de carga sob alta tensão (28 kPa) e muros acima de 5m;</li> <li>• A vantagem econômica pode ser anulada se a distância para transporte do material reciclado ultrapassar 50 km.</li> </ul>
7 (Sousa <i>et al.</i> , 2022)	Agregado reciclado (Classe A) → Agregado miúdo para produção de argamassas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor uso de agregados naturais;</li> <li>• Redução de resíduos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento da porosidade (*);</li> <li>• Desempenho mecânico foi 15% inferior à argamassa de referência em todas as idades.</li> </ul>
8 (Maia <i>et al.</i> , 2022)	Agregado reciclado (Classe A) → Agregado graúdo para produção de concreto estrutural	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produção de concreto estrutural viável com 20% de substituição do agregado natural por RCD;</li> <li>• Menor uso de agregados naturais;</li> <li>• Redução de resíduos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necessidade de adição de cimento adicional no traço, para atendimento de resistência mínima (*);</li> <li>• Aumento do consumo de cimento (*).</li> </ul>

# Autoria	Tipo de RCD → produto desenvolvido	Aspecto técnico e sustentável	
		Vantagem	Desvantagem
9 (Quintana et al., 2024)	Materiais cerâmicos (Classe A) → Composição de tijolos solo-cimento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resistência à compressão de 2,21 MPa (traço otimizado com correção do solo) à compressão, atendendo os requisitos normativos;</li> <li>Menor uso de agregados naturais;</li> <li>Redução de resíduos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Baixa resistência mecânica sem correção do traço;</li> <li>Necessidade de adicionar areia (entre 20% a 30%) à mistura de solo e RCD para corrigir plasticidade.</li> </ul>
10 (Ramos, 2022)	Agregado reciclado (Classe A) → Agregado graúdo na produção de concretos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resistência à compressão final aos 28 dias superior a 20MPa;</li> <li>Aplicação em grandes volumes (calçadas, praças).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uso apenas em áreas específicas, sem fins estruturais;</li> </ul>
11 (Tessaro, Mathies e Trindade, 2024)	Agregado reciclado (Classe A) → Agregado graúdo na produção de concretos	<ul style="list-style-type: none"> <li>A relação água/cimento de 0,35 demonstrou desempenho comparável ou superior ao concreto de referência;</li> <li>Menor uso de agregados naturais;</li> <li>Redução de resíduos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Variabilidade do RCD exige controle rigoroso.</li> </ul>
12 (Frotté, 2016)	Agregado reciclado (Classe A) → Agregado graúdo na produção de concretos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analisando-se o concreto com 50% de substituição, sua média de resistência à compressão axial após 28 dias de cura é cerca de 13% menor que o concreto de referência;</li> <li>Menor uso de agregados naturais;</li> <li>Redução de resíduos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>O aumento do teor de substituição de agregado natural por agregado reciclado reduziu a trabalhabilidade em 42,67%, bem como aumentou a absorção de água em 65% e o índice de vazios em 46%;</li> </ul>

# Autoria	Tipo de RCD → produto desenvolvido	Aspecto técnico e sustentável	
		Vantagem	Desvantagem
13 (Pimentel et al., 2017)	Agregado reciclado (Classe A) → Agregado miúdo na produção de argamassas hidráulicas e mistas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• As argamassas mistas apresentam uma melhor retenção de água (*);</li> <li>• Todas as argamassas são classificadas como M5 (Argamassa estrutural de resistência moderada), com densidade entre 1600 kg/m<sup>3</sup> e 2000 kg/m<sup>3</sup>;</li> <li>• Menor uso de agregados naturais;</li> <li>• Redução de resíduos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A substituição de 30% do agregado natural pelo reciclado resultou em uma redução de 17,7% na resistência à compressão e flexão por tração, já com 60% de substituição, a redução foi de 20,6%.</li> <li>• O aumento da capacidade de absorção capilar pode ser prejudicial à durabilidade do revestimento. Somente o teor de substituição de 30% garante o mesmo desempenho que a argamassa referência;</li> </ul>
14 (Santana e Pereira, 2020)	Agregado reciclado (Classe A) → Agregado miúdo na produção de argamassas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Substituição de 25% do agregado natural pelo reciclado chegou ao comportamento similar ao de argamassa de referência;</li> <li>• Menor uso de agregados naturais;</li> <li>• Redução de resíduos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Em traços de substituição acima de 25% apresentaram valor-p&lt;0,05, tanto para a resistência à tração na flexão quanto para a resistência à compressão.</li> </ul>
15 (Filho et al., 2019)	Agregado Reciclado (Classe A) + cinzas do bagaço de cana-de-açúcar → Agregado miúdo na produção de argamassa de revestimento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destaca-se que o traço com 75% de RCD e 25% de CBC apresentou melhor resistência (à tração e compressão) e boa retenção de água, sendo um fator crucial;</li> <li>• Uso de resíduos (CBC e RCD).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução da quantidade de água e um aumento no consumo de cimento em relação à argamassa de referência (*);</li> <li>• Aumento de consumo de cimento pode elevar o custo de produção (*).</li> </ul>

# Autoria	Tipo de RCD → produto desenvolvido	Aspecto técnico e sustentável	
		Vantagem	Desvantagem
16 (Schiller, Paliga e Torres, 2021)	Agregado reciclado de concreto (Classe A) → Substituição parcial do cimento na produção de argamassa de revestimento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>O teor de 5% de RIPM promoveu um expressivo aumento de 89% na resistência, enquanto os demais traços mantiveram equivalência estatística com a referência;</li> <li>Redução do consumo de cimento e menor pegada de carbono (*).</li> </ul>	-
17 (Bernardon et al., 2020)	Agregado reciclado (Classe A) → Produção de concreto reciclado com agregado graúdo de RCD	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aos 28 dias, o concreto com 50% de substituição atingiu 28,36 MPa, valor praticamente idêntico ao do traço de referência (28,37 MPa);</li> <li>Mesmo o concreto com 100% de substituição, que registrou 23,99 MPa, superou a resistência mínima de 20 MPa para concreto estrutural estabelecida pela NBR 6118 (2014);</li> <li>Menor uso de agregados naturais;</li> <li>Redução de resíduos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Exige um controle de produção mais rigoroso devido à presença de impurezas no material (*);</li> <li>Como o agregado graúdo reciclado é mais poroso, houve a necessidade de aumentar a relação água/cimento nas dosagens para compensar a maior absorção de água do material (*);</li> <li>Aumento de custos com água e cimento (*).</li> </ul>
18 (Batista et al., 2022)	Agregado reciclado (Classe A) → Agregado miúdo na produção de argamassa de revestimento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Atende normas para assentamento e revestimento, atingindo o pico de 6,86 MPa aos 28 dias;</li> <li>Menor uso de agregados naturais;</li> <li>Redução de resíduos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A porosidade da argamassa aumenta proporcionalmente ao teor de agregado reciclado, atingindo o valor máximo de 40,65% aos 28 dias com a substituição total (100%);</li> <li>Aumento de custos com água e cimento (*).</li> </ul>

# Autoria	Tipo de RCD → produto desenvolvido	Aspecto técnico e sustentável	
		Vantagem	Desvantagem
19 (Rocha e Kolling, 2021)	Agregado reciclado de concreto (Classe A) → Produção de concreto autoadensável com agregado miúdo de RCD	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantém características de autoadensabilidade no traço com adição de 40% de RCD;</li> <li>• Menor uso de agregados naturais;</li> <li>• Redução de resíduos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apenas o teor de 40% de RCD mostrou viabilidade, superando o desempenho do concreto convencional;</li> <li>• Os traços com adição de 35% e 45% de RCD obtiveram resistências inferiores ao traço referência em 17% e 24%.</li> </ul>
20 (Bernardon et al., 2020)	Agregado reciclado (Classe A) → Agregado miúdo na produção de argamassa de assentamento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atende normas brasileiras mínimas.</li> <li>• Menor uso de agregados naturais;</li> <li>• Redução de resíduos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduz a densidade em 19%;</li> <li>• Diminui a retenção de água em 6%;</li> <li>• Causa queda média de 18% na resistência à compressão;</li> <li>• Reduz em 33% a resistência à tração na flexão em relação ao agregado natural.</li> </ul>

Fonte: Autora

#### 4.2.1 Aspecto Técnico

A análise técnica dos vinte estudos revela que, apesar das particularidades metodológicas, há convergência quanto ao potencial mecânico do uso do RCD, desde que observados os limites de substituição, controle granulométrico e ajustes adequados de dosagem. Em sistemas de solo estabilizado, por exemplo, Almeida et al. (2024) registraram incrementos expressivos na resistência à compressão, atingindo aumentos de 36,60% em 7 dias, 69,10% em 28 dias e 59% em 60 dias, enquanto Nicolau e Barbosa (2023) verificaram melhoria do CBR da ordem de 3%, além de redução da expansão para 3,7%. Apesar desses resultados, ambos os estudos assinalam limitações importantes. Almeida et al. (2024) apontaram queda de desempenho com 50% de substituição por RCD, e Nicolau e Barbosa (2023) observaram que o subleito tratado não atinge o limite normativo de expansão inferior a 2%. Esses dados demonstram que, mesmo em sistemas com ganhos significativos, a resposta mecânica ainda é sensível à composição do resíduo e ao rigor da dosagem.

Nos concretos com agregados graúdos reciclados, há um conjunto consistente de evidências de viabilidade para substituição parcial. Bernardon et al. (2020) identificaram desempenhos equivalentes ao concreto de referência quando utilizados 50% de agregados reciclados, atingindo resistência de 28,36 MPa versus 28,37 MPa do traço convencional. Com substituição total, o concreto alcançou 23,99 MPa, superando o mínimo normativo, embora ainda abaixo do desempenho de um concreto estrutural. Resultados semelhantes foram observados por Tessaro et al. (2024), que relataram resistências comparáveis ao concreto convencional com relação água/cimento de 0,35. Ramos (2022) obteve resistências superiores a 20 MPa em aplicações não estruturais, sendo bons resultados. Em contrapartida, Rocha e Kolling (2021) e Moreira et al. (2023) mostraram que, mesmo com desempenho aceitável, o aumento da absorção e da porosidade do RCD impõe ajustes maiores de água ou cimento, indicando que a viabilidade depende de rigoroso controle tecnológico.

No caso dos agregados miúdos, os estudos apresentam comportamentos mais restritivos e variabilidade considerável. Rodrigues et al. (2024) observaram bom desempenho em substituições entre 44% e 100%, mas Sousa et al. (2022) e Batista et al. (2022) constataram aumento significativo da porosidade e queda da resistência. Batista et al. (2022), por exemplo, registraram resistência à compressão de 3,23 MPa aos 7 dias e 6,86 MPa aos 28 dias, com redução para 4,13 MPa quando todos os agregados foram substituídos. No estudo de Pimentel et al. (2017), substituições de 30% mantiveram resultados similares ao controle, mas substituições de 60% reduziram a resistência em até 20,6%. Esses resultados evidenciam que, para argamassas, a substituição elevada compromete o desempenho mecânico, reforçando a necessidade de limites bem definidos.

Um eixo relevante dos estudos refere-se aos materiais que combinam RCD com adições, como fibras naturais, cinzas ou resíduos industriais. Almeida et al. (2024) utilizaram fibras de sisal, enquanto Filho et al. (2019) avaliaram a incorporação de cinzas de bagaço de cana, e Schiller et al. (2021) estudaram a adição de rejeito industrial peneirado na matriz cimentícia, registrando aumento de 89% na resistência com 5% de RIPM. Embora tais adições otimizem o desempenho mecânico, poucos autores fornecem dados comparáveis (como resistências de referência, variabilidade ou parâmetros normativos), o que limita a replicação dos resultados em larga escala. Em vários casos, quando necessária à compreensão dos ganhos, a ausência de valores quantitativos impossibilita comparações diretas.

Além disso, os estudos analisados evidenciaram que, embora o uso de RCD apresente benefícios técnicos e ambientais, diversas limitações precisam ser consideradas para garantir sua aplicação segura e eficiente. Em muitos casos, a variabilidade do material reciclado surge como um desafio central, exigindo controle rigoroso de qualidade, como apontado por Tessaro, Mathies e Trindade (2024) e Bernardon et al. (2020). Outras limitações referem-se à redução do desempenho mecânico quando os teores de substituição ultrapassam determinados limites, como observado por Sousa et al. (2022), Pimentel et al. (2017) e Santana e Pereira (2020). Este último destaca que substituições acima de 25% resultam em perdas mecânicas estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ). Nesse caso, o valor- $p$  representa a probabilidade de o resultado ocorrer ao acaso, e valores inferiores a 0,05 indicam que o efeito observado é estatisticamente confiável (Santana e Pereira, 2020).

Também são citados problemas como aumento da porosidade, que compromete a durabilidade das argamassas (Sousa et al., 2022; Batista et al., 2022), necessidade de maior consumo de água ou cimento, o que pode elevar custos (Maia et al., 2022; Filho et al., 2019; Bernardon et al., 2020), além de custos logísticos e de processamento que podem limitar economicamente a aplicação dos resíduos (Moreira et al., 2023; Rocha e Kolling, 2021). Essas limitações não são irrelevantes; pelo contrário, são essenciais para compreender os limites de uso dos materiais reciclados, orientar dosagens mais adequadas, evitar aplicações indevidas e subsidiar avanços futuros na normatização e na prática da engenharia civil.

Por fim, observa-se que muitos trabalhos permanecem estritamente focados nas propriedades mecânicas, desconsiderando exigências de durabilidade, comportamento em ciclos agressivos, análise de fissuração ou desempenho sob solicitações reais. A carência de dados numéricos padronizados (como limites ótimos de substituição, resistências características ou parâmetros de durabilidade) ainda impede o estabelecimento de diretrizes consolidadas para emprego do RCD em estruturas de maior porte. Assim, embora os estudos demonstrem avanços técnicos significativos, a falta de padronização e de indicadores comparáveis constitui uma das principais fragilidades do estado da arte.

#### 4.2.2 Aspecto Econômico, Social e Ambiental

A partir da análise dos estudos, nota-se que os aspectos econômicos são amplamente mencionados, embora raramente quantificados. Almeida et al. (2024), Nicolau e Barbosa (2023) e Rodrigues et al. (2024) indicaram que a utilização de RCD reduz custos de aquisição e transporte devido à disponibilidade local do material. De forma semelhante, Azevedo et al. (2022) julgaram que sistemas de tratamento com resíduos cerâmicos apresentam baixo custo operacional. Entretanto, Moreira et al. (2023) e Maia et al. (2022) ressaltam que o aumento da demanda por cimento para compensação das perdas de resistência, associado ao custo do processamento e triagem, pode elevar o custo final, especialmente em regiões carentes de centrais de reciclagem. A ausência de indicadores comparativos, tais como economia líquida, relação custo-benefício ou custo evitado por metro cúbico, demonstra que as análises econômicas permanecem predominantemente qualitativas, o que evidencia a necessidade de que pesquisas futuras avancem para análises mais quantitativas e mensuráveis, capazes de fornecer estimativas comparativas e apoiar decisões técnicas e econômicas com maior precisão.

Outro aspecto relevante refere-se aos estudos que empregam RCD combinado a adições, como fibras de sisal (Almeida, Lafayette e Silva, 2024), cinzas de bagaço de cana (Filho *et al.*, 2019) e rejeito industrial peneirado (Schiller, Paliga e Torres, 2021). Embora essas adições possam otimizar o desempenho técnico, os estudos não discutem os impactos associados ao processamento e à logística desses subprodutos, como fibra de sisal e cinza de bagaço de cana, nem os possíveis impactos envolvidos no beneficiamento de rejeitos industriais peneirados. Mesmo sendo materiais renováveis ou subprodutos, seus ciclos de transporte e preparação ainda demandam avaliação para uma compreensão mais completa da sustentabilidade das misturas. Essa lacuna impede avaliar se o ganho técnico compensa eventuais impactos adicionais. Assim, embora exista ampla adoção de combinações “RCD + aditivo”, há pouca ou nenhuma discussão crítica sobre os impactos desses materiais complementares.

Além disso, um ponto frequentemente negligenciado diz respeito ao aumento do consumo de água e, sobretudo, de cimento apontado por alguns autores como necessário para estabilizar misturas com RCD. Esse aspecto é particularmente crítico, pois o acréscimo de cimento, material com uma das maiores pegadas ambientais da

cadeia da construção ( UKGBC, 2025 ), pode reverter completamente os benefícios esperados da utilização de resíduos. Assim, torna-se essencial discutir se a melhoria mecânica obtida realmente justifica a intensificação do impacto ambiental decorrente da produção adicional de cimento, questão que permanece praticamente ausente da literatura. Por fim, embora Rocha, Urashima e Guimarães ( 2023 ) tenham considerado o impacto do transporte em sua análise, ainda que aplicado a outro tipo de produto e sem adição de materiais complementares, a abordagem apresentada carece de maior rigor, pois não são fornecidos dados quantitativos capazes de dimensionar esse efeito. Os autores apenas indicam que o aumento da distância elevaria os custos, mas não apresentam valores, estimativas ou metodologias que sustentem tal afirmação. A ausência de evidências numéricas limita a precisão da avaliação e impede verificar se o impacto logístico seria, de fato, significativo, reforçando a necessidade de estudos mais robustos e comparativos sobre essa dimensão.

Do ponto de vista social, os estudos apresentam contribuições pontuais, porém ainda tímidas. Almeida et al. (2024) mencionam a geração de emprego associada às etapas de coleta e processamento do RCD. Azevedo et al. (2022) indicam potencial de inclusão social a partir do uso de filtros biológicos em comunidades vulneráveis. Ramos (2022) relaciona o reaproveitamento de resíduos à melhoria de espaços urbanos. Nicolau e Barbosa (2023) ressaltam a importância da capacitação técnica. Contudo, não há métricas de impacto, indicadores de renda, estimativas de empregos gerados ou aceitação social, impedindo mensurações objetivas.

No aspecto ambiental, a totalidade dos estudos revisados apresenta o RCD como alternativa ecologicamente favorável. Moreira et al. (2023), Rodrigues et al. (2024), Bernardon et al. (2020) e Santana e Pereira (2020) destacam redução do descarte em aterros e diminuição da extração de recursos naturais. Schiller et al. (2021) observam diminuição da pegada de carbono, Filhos et al. (2019) tratam da substituição por subprodutos agrícolas e Azevedo et al. (2022) relatam redução de poluição hídrica. No entanto, nenhum dos estudos apresenta dados quantitativos sobre emissões evitadas, energia incorporada, análise de ciclo de vida ou impacto real do processo de reciclagem.

Observa-se também, que os estudos consultados não aprofundam a discussão sobre os potenciais desvantagens ambientais relacionadas ao processamento de RCD. Aspectos como os impactos das usinas de britagem sobre o solo, a emissão de poeira, os efeitos do transporte dos resíduos e possíveis alterações no ambiente de

implantação permanecem pouco explorados na literatura (Oliveira; Silva Junior, 2013). Essa ausência pode indicar tanto a falta de investigação quanto a existência de vieses metodológicos que tratam o RCD como solução intrinsecamente sustentável, sem avaliação crítica. Assim, embora o discurso ambiental seja recorrente, ele permanece descritivo e pouco fundamentado em evidências empíricas.

Em síntese, os estudos apontam o RCD como uma alternativa de elevado potencial socioambiental, mas ainda carecem de maior aprofundamento em aspectos fundamentais, como quantificação, avaliação crítica do desempenho e análise integrada da sustentabilidade do produto. O avanço desse campo depende de investigações que articulem, de forma consistente, desempenho técnico, impactos ambientais mensuráveis e viabilidade econômica comparativa, permitindo consolidar o RCD como uma solução verdadeiramente sustentável, respaldada por bases científicas robustas.

## 5 CONCLUSÃO

A presente revisão bibliográfica permitiu compreender o cenário atual das pesquisas brasileiras sobre o reaproveitamento dos RCD's na construção civil, revelando avanços técnicos relevantes, mas também evidenciando limitações estruturais, metodológicas e conceituais que ainda impedem sua consolidação como uma prática efetivamente sustentável.

Inicialmente, o trabalho se propôs a identificar estudos que investigassem casos de aplicação dos RCD's em construções prediais, buscando compreender suas potencialidades técnicas e o grau de maturidade científica sobre o tema no país. No entanto, constatou-se que a grande maioria dos estudos analisados apresenta resultados restritos a aplicações de baixa solicitação estrutural, como pavimentações, argamassas e alguns tipos de concretos (Rodrigues *et al.*, 2024; Maia *et al.*, 2022; Bernardon *et al.*, 2020; Ramos, 2022). Tal constatação reforça que o uso de RCD's ainda se encontra concentrado em contextos experimentais e de pequena escala, especialmente em aplicações de baixa solicitação estrutural, como argamassas, concretos não estruturais, pavimentação e reforço de solos (Rodrigues *et al.*, 2024; Maia *et al.*, 2022; Bernardon *et al.*, 2020; Ramos, 2022). Diversos estudos da presente revisão confirmam esse padrão: Nicolau e Barbosa (2023), por exemplo, testaram o RCD apenas em amostras laboratoriais de subleito; Almeida, Lafayette e Silva (2024) avaliaram um compósito solo-RCD-sisal em ensaios controlados sem validação em campo e Azevedo *et al.* (2022) aplicaram resíduos cerâmicos em filtros biológicos (para uso em fossas sépticas) restritos a efluentes de baixa carga.

Logo, os resultados obtidos atestam que os RCD's apresentam viabilidade técnica em diferentes aplicações, podendo substituir agregados convencionais sem comprometer significativamente o desempenho mecânico quando respeitados limites de dosagem e controle do material (Moreira *et al.*, 2023; Tessaro, Mathies e Trindade, 2024; Rocha e Kolling, 2021). Entretanto, essa viabilidade não se traduz automaticamente em sustentabilidade, uma vez que os pilares ambiental, econômico e social ainda são abordados de forma superficial. Exemplo disso é a recorrência de estudos que não quantificam o impacto do maior consumo de água e cimento necessário para corrigir perdas mecânicas, um ponto crítico, considerando que o cimento possui uma das maiores pegadas ambientais dos materiais da construção civil (UKGBC, 2025).

Além disso, os estudos carecem de métricas quantitativas que comprovem os reais benefícios do reaproveitamento, como indicadores de custo-benefício, emissões evitadas, energia incorporada ou desempenho em escala real. Assim, embora haja evidências promissoras, o corpo de pesquisas ainda não oferece suporte robusto para extrapolar os resultados laboratoriais para edificações de médio e grande porte, especialmente no que diz respeito à durabilidade, ciclo de vida e desempenho sob condições reais de uso.

Nesse sentido, estudos experimentais evidenciam que a avaliação da sustentabilidade dos RCD's requer metodologias quantitativas que extrapolem a análise estritamente técnica. Borges et al. (2023) demonstraram que argamassas produzidas com 25 % a 100 % de substituição por agregados reciclados apresentaram maior potencial de captura de CO<sub>2</sub>, desde que os resíduos fossem previamente separados, caracterizados e depurados, com frações minerais superiores a 88 %, identificadas por meio de análises gravimétricas, fluorescência e difração de raios X. De forma complementar, Ferreira et al. (2021), ao aplicarem a Avaliação do Ciclo de Vida em concretos contendo finos de resíduos de concreto, argamassa e cerâmica, identificaram pegadas de carbono entre 222 e 541 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>, evidenciando a influência direta da composição e da pureza dos resíduos no desempenho ambiental. Ressalta-se, contudo, que esses estudos não integram simultaneamente análises ambientais, econômicas e sociais, embora constituam referências metodológicas relevantes sobre como estruturar análises quantitativas aplicadas ao RCD. Além disso, considerando que esta revisão se delimitou ao Portal de Periódicos da CAPES e ao uso de descritores em língua portuguesa, tal recorte metodológico, necessário para viabilizar o estudo no período estabelecido e valorizar a produção científica nacional, aponta possibilidades claras de continuidade, uma vez que pesquisas futuras podem ampliar os termos de busca, incluir descritores multilíngues, consultar bases internacionais e incorporar estudos aplicados, favorecendo abordagens mais integradas que contemplem, de forma conjunta, os aspectos técnicos, ambientais, econômicos e sociais associados ao reaproveitamento do RCD.

Assim, conclui-se que os RCD ainda não podem ser considerados materiais plenamente sustentáveis, embora apresentem potencial significativo para integrar um modelo construtivo mais equilibrado. Para que essa transição ocorra, é necessário avançar na integração entre os aspectos técnicos, econômicos, sociais e ambientais, fortalecendo políticas públicas de fiscalização (PNRS, 2010), expandindo centros de

reciclagem regionalizados (Torres, 2024), incentivando pesquisas interdisciplinares e promovendo uma mudança cultural que reconheça a sustentabilidade como valor agregado; e não como custo adicional (Emplanej, 2024). Nesse sentido, a principal contribuição deste trabalho consiste em evidenciar as lacunas que ainda afastam o discurso da prática e em apontar caminhos concretos para que o uso de RCD evolua de uma solução tecnicamente viável para uma estratégia verdadeiramente sustentável, capaz de transformar o modo como a engenharia civil brasileira produz, consome e descarta.

## REFERÊNCIAS

ABNT, C. -C. D. E. E. T. D. M. A. **NBR 13896 - Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação**. ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas. [S.l.]. 1997.

ABRECON. **PESQUISA SETORIAL ABRECON**. ABRECON. São Paulo, p. 102. 2020. (ISBN 978-65-89190-10-3).

ALMEIDA, M. D.; LAFAYETTE, P. V.; SILVA, C. L. D. Avaliação do comportamento mecânico do solo após a incorporação de resíduos da construção civil e fibras de sisal. **Revista de Geografia (Recife)**, 11 Abril 2024., p. 105-132

AMBIENTAL, T. Legislação ambiental: 4 políticas nacionais para preservação do meio ambiente. **Tera Ambiental**, 2025. Disponível em: <https://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/legislacao-ambiental-politicas-preservacao-meio-ambiente>. Acesso em: 25 Julho 2025.

AMORIM, W. D. O.; SOUZA, E. M. D.; FERNANDES, C. E. Reutilização do resíduo de gesso para produção de tijolos de gesso sustentáveis: Na construção civil. **Revista Científica Multidisciplinar - Núcleo do Conhecimento** , 19 Fevereiro 2021., p. 59-81

ARCANJO, P. E. *et al.* BUILDING A DATABASE FOR BRAZILIAN CONSTRUCTION SYSTEMS: AN APPROACH TO COST AND ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT. **WREN Symposium 2025**, 2025.

ARCANJO, P. E.; TAVARES, M. P.; MENDES, V. F. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS BRASILEIROS EM RELAÇÃO AO IMPACTO AMBIENTAL E ECONÔMICO. **CAPES**, Santa Luzia , 2024.

AZEVEDO, J. J. D. C. *et al.* Esgoto doméstico tratado em filtro biológico. **In: BRASIL., I. F. D. E. C. E. T. D. C. (- - - Revista DAE**. São Paulo: [s.n.], 2022., p. 233-248.

BATISTA, B. C. C. *et al.* Influência da adição de RCD misto na resistência à compressão e na porosidade de argamassa. **Revista Principia** , 30 Setembro 2022., p. 934–946

BENITTEZ , H. *et al.* Revista Principia. **Bloco de concreto com incorporação de escória de aciaria BSSF: um estudo para substituição de agregados naturais.**, PARAIBA, 22 set. 2022., p. 785–801

BERNARDON, L. *et al.* Avaliação da substituição total de areia natural por RCC em argamassa de assentamento. **REVISTA DE ARQUITETURA IMED**, Dezembro 2020., p. 173-192

BORGES, Pietra Moraes; RIGO, Eduardo; POSSAN, Edna; ANDRADE, Jairo José de Oliveira. **Captura de carbono em argamassas produzidas com agregado reciclado de resíduo de construção e demolição.** In: CONGRESSO INTERNACIONAL RESÍDUOS E SUSTENTABILIDADE – CONRESOL, 6., 2023, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais (IBEAS), 2023. p. 1–13. DOI: <https://doi.org/10.55449/conresol.6.23.VII-006>

BOVEA, M. D.; POWELL, J. C. **Developments in life cycle assessment applied to evaluate the environmental performance of construction and demolition wastes.** *Waste Management*, v. 50, p. 151–172, 2016. DOI: 10.1016/j.wasman.2016.01.036.

CASAGRANDE, *et al.* REVISTA TECNICO CIENTIFICA DO CREA-PR. **EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DO CIMENTO POR CINZA VOLANTE EM CONCRETOS AUTOADENSÁVEIS DE ALTO DESEMPENHO.**, PARANÁ, Setembro 2019., p. 1-10

CONAMA. **Conselho Nacional do Meio Ambiente.** CONAMA. [S.I.]. 2002.

DA FONSÊCA, W. M. L. *et al.* Development of indicators to assess waste management sustainability at construction sites in the city of Recife, Brazil. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 10, p. 32-46, 2022.

CONTRERAS, M.; TEIXEIRA, S. R.; LUCAS, M. C.; LIMA, L. C. N.; CARDOSO, D. S. L.; SILVA, G. A. C. da; GREGÓRIO, G. C.; SOUZA, A. E. de; SANTOS, A. dos. **Recycling of construction and demolition waste for producing new construction material (Brazil case-study).** *Construction and Building Materials*, v. 123, p. 594–600, 2016. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2016.07.044.

DOU. Portaria N° 1.122. In: UNIÃO, D. O. D. **Seção 1. N° 57.** Brasília: [s.n.], 2020., p. 19.

EMPLANEJ, C. Sustentabilidade na construção civil: 5 práticas que fazem a diferença. **Emplanej Construtora**, 2024. Disponível em: <https://emplanej.com.br/sustentabilidade-na-construcao-civil-5-praticas-que-fazem-a-diferenca/>. Acesso em: 17 Julho 2025.

FEDERAL, G. Portal de Periódico da CAPES. **CAPES**, 2020. Disponível em: <https://www.periodicos.capes.gov.br/index.php/sobre/quem-somos.html#:~:text=O%20Portal%20de%20Peri%C3%B3dicos%20da,ensino%20e%20pesquisa%20no%20Brasil>. Acesso em: Julho 2025.

FERREIRA, Luiza de Souza; DESSUY, Thainá Yasmin; GLITZEHNIRN, Claudia; PASSUELLO, Ana; MASUERO, Angela Borges. **Pegada de carbono de concretos autoadensáveis produzidos com finos de resíduos da construção civil. In: ENCONTRO NACIONAL DE APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO**, 7., 2021, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais (IBEAS), 2021. p. 462–466. DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.81921081149>

FERENHOF, H. A.; FERNANDES, R. F. Desmistificando uma revisão de literatura como base para redação científica: Método SSF. **Revista ACB**, v. 21, p. 550-563, 2016.

FILHO, T. M. *et al.* UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E CINZA DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR PARA A PRODUÇÃO DE ARGAMASSA DE REVESTIMENTO. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, Maringá (PR)**, 2019., p. 1-16

FREITAS, E. B. D. O. C. *et al.* CAMINHO PARA A ERRADICAÇÃO DOS LIXÕES NO BRASIL. **7º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade**, Curitiba-PR, 14 a 16 Maio 2024.

FROTTÉ, C. Estudo das propriedades físicas e mecânicas de concreto com substituição parcial de agregado natural por agregado reciclado proveniente de RCD. **Revista Materia**, 21 Setembro 2016.

GOMES, C. P. *et al.* Environmental Impact and Solid Waste Management Arising from Civil Construction in Brazil: A Literature Review. **Revista Multidisciplinas e de Psicologia**, v. 15, n. 55, p. 729-742, 2021.

KRAUSMANN, F. *et al.* From resource extraction. **In: \_\_\_\_\_ Global Environmental**. 1. ed. [S.l.]: ScienceDirect, 2018. Cap. 52, p. 131-140.

LOPES, C. D. M. N. *et al.* Resíduos em compósitos à base de cimento: Mapeamento de ocorrência no Brasil. **Case Studies in Construction Materials**, Julho 2023.

LOPES, D. P. *et al.* RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação-REASE**, São Paulo, 01 Janeiro 2023., p. 1-14

MACHADO, C. T.; MIRANDA, F. S. Energia Solar Fotovoltaica: Uma Breve Revisão. **Revista Virtual de Química**, 14 Outubro 2014., p. 126-143

MAIA, P. D. S. *et al.* Avaliação técnica de concreto estrutural fabricado com agregado graúdo de resíduos de construção e demolição. **Research, Society and Development**, 26 Junho 2022., p. 1-17

MANSUERO, A. B. Challenge of Civil Construction: growth with environmental sustainability. **Matéria (Rio de Janeiro)**, 26, v. 26, 2021.

MARTINS, L. A. *et al.* The use of building performance simulation and personas for the development of thermal comfort guidelines for older people in South Australia. **Journal of Building Performance Simulation** , v. 15, n. 2, p. 149-173, 2022.

MEGLIN, R.; KYTZIA, S.; HABERT, G. Regional circular economy of building materials: Environmental and economic assessment combining Material Flow Analysis, Input-Output Analyses, and Life Cycle Assessment. **Research and Analysis**, v. 26, n. 2, p. 562-576, 2021.

MENDES, V. F. *et al.* Sensitivity analysis of coating mortars according to their specific heat, specific gravity, thermal conductivity, and thickness in contribution to the global thermal performance of buildings. **Sustainable Materials and Technologies**, v. 31, p. e00381, 2022.

MENDES, V. F. *et al.* EQUILIBRANDO CUSTO, DESEMPENHO TÉRMICO E IMPACTO AMBIENTAL: UM ESTUDO SOBRE MATERIAIS PARA NÚCLEOS DE ALVENARIA NO BRASIL. **ENARC 2025**, BELO HORIZONTE, 2025.

MIKHAILOVA, I. SUSTENTABILIDADE: EVOLUÇÃO DOS CONCEITOS TEÓRICOS E OS PROBLEMAS DA MENSURAÇÃO PRÁTICA. **Revista Economia e Desenvolvimento**, nº 16, 2004.

MORAIS, G. M. D. D. DIAGNÓSTICO DA DEPOSIÇÃO CLANDESTINA DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO EM BAIROS PERIFÉRICOS DE UBERLÂNDIA: SUBSÍDIOS PARA UMA GESTÃO SUSTENTÁVEL. **FECIV**, UBERLÂNDIA, 2006.

MOREIRA, D. *et al.* ESTUDO DA VIABILIDADE TÉCNICA DO APROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA PRODUÇÃO

DO CONCRETO. In: \_\_\_\_\_ **RECIMA21 -REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR**. Pará: [s.n.], 2023., p. 1-13.

MTR. Ministério do Meio Ambiente. **SINIR**, 2020. Disponível em: <https://sinir.gov.br/sistemas/mtr/>. Acesso em: 26 Julho 2025.

MUNIZ DUARTE, *et al.* Revista Caderno Pedagógico. **Reaproveitamento de serragem e papelão para a produção de painéis decorativos sustentáveis**, Passos, 01 Fevereiro 2025., p. 1-21

NBR17054, A. **Agregados - Determinação da composição granulométrica - Método de ensaio**. ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas. [S.l.]. 2022.

NETO, ; SILVA, D. O.; SEVERIAN,. Região e indústria no Brasil: ainda a continuidade da “desconcentração concentrada”? **Economia e Sociedade, Campinas, Unicamp. IE**, São Paulo, Maio-Agosto 2020., p. p. 581-607

NICOLAU, C. ; BARBOSA, F. M. D. R. AnálisedoComportamentodoSolocomAdição de Resíduo de Construção e Demolição (RCD). **Research, Society and Development**, 29 Julho 2023., p. 1-13

NOGUEIRA, R. Eu Ambientalista. **RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS PELA DISPOSIÇÃO DE “LIXÕES”**, 2013. Disponível em: <https://euambientalista.blogspot.com/2013/02/recuperacao-de-areas-degradadas-pela.html>. Acesso em: 06 Junho 2025.

ONU BRASIL. Objetivos de Desenvolvimento Susntével. **Nações Unidas do Brasil**, 2023. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 21 jan. 2022.

OLIVEIRA, Paulo Tetsuo de; SILVA JUNIOR, Rogers Fernandes da. Aspectos ambientais da usina de reciclagem de resíduos de construção civil e demolição: avaliação empírica dos impactos ambientais negativos no solo da usina de reciclagem de resíduos de construção civil e demolição. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Gestão Ambiental) – Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2013.

PARREIRAS, M. Estado de Minas. **Lixo no caminho da água um convite as inundações**, 2024. Disponível em: <https://www.em.com.br/gerais/2024/11/6989614-lixo-no-caminho-da-agua-um-convite-as-inundacoes.html#:~:text=Imagine%20uma%20fileira%20de%20caminh%C3%B5es%20com%20as%20ca%C3%A7ambas,Oeste%2C%20Vilarinho%20e%20muitas%20ostras%20%C3%A1reas%20da%20capital>. Acesso em: 10 jul. 2025.

PIMENTEL, *et al.* Argamassa com areia proveniente da britagem de resíduo de construção civil – Avaliação de características físicas e mecânicas. **Revista Materia**, 25 Agosto 2017.

PLANALTO, L. -. Novo Marco Legal do Saneamento. [S.l.]: [s.n.], 2020.

PNRS. Política Nacional de Resíduos Sólidos. **In: NACIONAL, C. LEI Nº 12.305.** [S.l.]: [s.n.], 2010.

PONTE, C.; XIMENES, ; FERNANDES, K. U. Análise experimental comparativa entre concreto reciclado com agregado graúdo oriundo da reciclagem de resíduo de construção e demolição. **Research, Society and Development**, 13 Maio 2021., p. 1-11

QUINTANA, L. *et al.* Aproveitamentos de resíduos da construção civil na produção de tijolos solo-cimento. **REVISTA OBSERVATORIO DE LA ECONOMIA LATINOAMERICANA**, 16 Agosto 2024., p. 1-28

RAMOS, G. D. S. T. A. L. D. S. S. L. A. [ V. C. J. D. F. Análise de resíduos da construção civil e aplicabilidades para reaproveitamento nas construções. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, 23 Novembro 2022.

RESSUREIÇÃO, F. H. S. D. GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD): ESTUDO DE CASO DO MUNICÍPIO DE CUIABÁ-MT 2011 E 2012. **Trabalho de Conclusão de Curso**, Cuiabá, 2014.

ROCHA, D. T. D.; KOLLING, E. M. Análise de concreto autoadensável com inserção de resíduos de construção. **Research, Society and Development**, 21 Setembro 2021., p. 1-14

ROCHA, P. A. D. S.; URASHIMA, D. C.; GUIMARÃES, G. A. Desempenho de agregados reciclados de concreto no preenchimento de blocos segmentais em muros de solo reforçado com geogrelhas. **Revista Materia**, 30 Janeiro 2023.

RODRIGUES, V. T. *et al.* APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA COMPOSIÇÃO DA ARGAMASSA COMO SUBSTITUTO DO AGREGADO MIÚDO. **Revista Foco**, Passo Fundo - RS, 07 Março 2024., p. 1-15

SANTANA, D. S.; PEREIRA, C. H. D. A. F. Avaliação da influência da utilização de agregado miúdo reciclado em argamassas estabilizadas. **Revista Ambiente Construído**, 20 Abril 2020.

SCHILLER, P. S.; PALIGA, ; TORRES, D. S. Estudo da potencialidade da substituição parcial do cimento por resíduos da construção civil em argamassa de revestimento. **Research, Society and Development**, 13 Julho 2021., p. 1-16

SILVA, G. T. D. M. *et al.* Resíduos de construção e demolição em tecnologia de concreto: uma revisão. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, Julho 2020., p. 46883-46896

SINIR. Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão de Resíduos Sólidos. **SINIR**, 2019. Disponível em: [https://www.bing.com/search?pglt=43&q=SINIR&cvid=d9e9e36a7879442297f86278201dceb2&gs\\_lcrp=EgRIZGdlKgYIABBFdKyBggAEEUYOTIGCAEQABhAMgYIAhAAGEAyBggDEAAYQDIGCAQQABhAMgYIBRAAGEAyBggGEAAYQDIGCAcQABhAMgYICBAAGEDSAQgxMzAzajBqMagCALACAA&FORM=ANNTA1&PC=U531](https://www.bing.com/search?pglt=43&q=SINIR&cvid=d9e9e36a7879442297f86278201dceb2&gs_lcrp=EgRIZGdlKgYIABBFdKyBggAEEUYOTIGCAEQABhAMgYIAhAAGEAyBggDEAAYQDIGCAQQABhAMgYIBRAAGEAyBggGEAAYQDIGCAcQABhAMgYICBAAGEDSAQgxMzAzajBqMagCALACAA&FORM=ANNTA1&PC=U531). Acesso em: 20 JUNHO 2025.

SOUSA, M. I. C. *et al.* Avaliação da resistência à compressão, porosidade e espessura de micro fissura na zona de transição em argamassas com agregado miúdo reciclado. **Revista Materia**, Julho 2022.

TESSARO, ; MATHIES, L. A.; TRINDADE, G.. INFLUÊNCIA DA ADIÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL COMO AGREGADO NO CONCRETO. **CIÊNCIA E SUSTENTABILIDADE**, 22 Julho 2024., p. 1-24

TORRES,. Abrecon - Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição. **70% do entulho no Brasil é descartado incorretamente**, 2023. Disponível em: <https://abrecon.org.br/artigos/70-do-entulho-no-brasil-e-descartado-incorretamente>. Acesso em: 10 Julho 2025.

TORRES, L. ABRECON - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO. **ABRECON**, 2024. Disponível em: <https://abrecon.org.br/artigos/lixoes-no-brasil-crianca-sem-mae>. Acesso em: 20 Julho 2025.

TORRES, L. Política pública baseada em impressões. **Abrecon**, 2024. Disponível em: <https://abrecon.org.br/artigos/politica-publica-baseada-em-impressoes>. Acesso em: 23 Julho 2025.

UKGBC. Conselho de Construção Sustentável do Reino Unido. **UKGBC**, 2025. Disponível em: <https://ukgbc.org/our-work/topics/embodied-ecological-impacts/cement/>. Acesso em: 08 Dezembro 2025.

VERDE, P. Por que produtos sustentáveis são mais caros? **Pensamento Verde**, 2021. Disponível em: <https://www.pensamentoverde.com.br/sustentabilidade/por-que-produtos-sustentaveis-%E2%80%8B%E2%80%8Bsa0-mais-caros/>. Acesso em: Julho 2025.

VERDE, P. Por que produtos sustentáveis são mais caros?, 15 dez. 2021. Disponível em: <https://www.pensamentoverde.com.br/sustentabilidade/por-que-produtos-sustentaveis-%E2%80%8B%E2%80%8Bsao-mais-caros/#:~:text=Produtos%20sustent%C3%A1veis%20%E2%80%8B%E2%80%8Bs%C3%A3o%20mais%20onerosos%2C%20tamb%C3%A9m%20porque%20s%C3%A3o,e%20polimento%20pa>. Acesso em: 5 jan. 2024.

VIEIRA, D. M. *et al.* Contribuições aos estudos sobre a aplicação do Resíduo de Construção e Demolição (RCD) na composição de camadas de pavimentos no Brasil. **Revista Tecnologia**, Fortaleza - CE, Junho 2021., p. 1-14

WANYAMA, S. B.; MCQUAID, R. W.; KITTLER, M. Where you search determines what you find: the effects of bibliographic databases on systematic reviews. **International Journal of Social Research Methodology**, v. 25, n. 3, p. 409-422, 2022.